



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

**“ESTUDIO DE LA CALIDAD NUTRICIONAL DE LA  
VERMIHARINA DE LOMBRIZ (*Eisenia foetida*) LIOFILIZADA  
COMO MATERIA PRIMA PARA LA ELABORACIÓN DE  
BALANCEADO PARA ALEVINES DE TRUCHA ARCO IRIS  
(*Oncorhynchus mykiss*).”**

**TESIS DE GRADO**

**PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO**

**PRESENTADO POR:**

**JOSUÉ DAMIÁN MOYA ARTEAGA**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2011**

## ***DEDICATORIA***

*A mis padres Fátima y Luis que me dieron la vida y me han brindado el apoyo incondicional durante toda mi vida estudiantil.*

*A mi prometida Cris, por apoyarme siempre, estar a mi lado en los buenos y malos momentos.*

*A mis hermanos Jimy y Jazmina por darme la fortaleza para culminar mis estudios.*

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios por ser el centro de mi vida, dándome salud, fuerza y la oportunidad de realizarme profesionalmente.*

*Agradezco a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por la formación académica que me ha brindado.*

*Al Ing. Marcelo Moscoso Gómez, M.Sc por su valiosa colaboración y asesoramiento en la dirección de la presente Tesis.*

*Al Dr. Carlos Pilamunga, Ing. Lucía Silva, por dedicar su valioso tiempo en guiar esta investigación.*

*A toda mi familia por su apoyo incondicional.*

*A mis amigos por su amistad durante toda mi carrera.*

*A todas las personas que colaboraron de cualquier manera para la culminación de este trabajo de investigación.*

# ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

## FACULTAD DE CIENCIAS

### ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

El Tribunal de Tesis certifica que: El trabajo de investigación: **“ESTUDIO DE LA CALIDAD NUTRICIONAL DE LA VERMIHARINA DE LOMBRIZ (*Eisenia foetida*) LIOFILIZADA COMO MATERIA PRIMA PARA LA ELABORACIÓN DE BALANCEADO PARA ALEVINES DE TRUCHA ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*).”**, de responsabilidad del señor egresado Josué Damián Moya Arteaga, ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

Dra. Yolanda Díaz  
DECANA FAC. CIENCIAS

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Dr. Luis Guevara  
DIRECTOR DE ESCUELA

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Ing. Marcelo Moscoso  
DIRECTOR DE TESIS

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Dr. Carlos Pilamunga  
MIEMBRO DE TRIBUNAL

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Lcdo. Carlos Rodríguez  
DIRECTOR CENTRO  
DE DOCUMENTACIÓN

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

NOTA DE TESIS ESCRITA

\_\_\_\_\_

Yo, **Josué Damián Moya Arteaga**, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis; y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado, pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

---

**JOSUÉ DAMIÁN MOYA ARTEAGA**

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

*	Significativo
**	Altamente significativo
°C	Grados Celsius
BGCL	Caldo verde brillante bilis lactosa
C	Ceniza
C	Unidades propagadoras de colonias de Hongos por g o mL de alimento
cm	Centímetros
cm <sup>3</sup>	Centímetros Cúbicos
DCA	Diseño completamente al azar
EC	Caldo para <i>Escherichia coli</i>
EE	Extracto etéreo
f	Factor de dilución
FB	Fibra bruta
g	Gramos
HE	Hektoen enteric agar
HH	Humedad higroscópica
L	Litros
mg	Miligramos
mL	mililitros
N	Normalidad
n	Número de colonias
NMP	Número más probable
ns	No significativo
PB	Proteína bruta
PCA	Agar para recuento en placa
ppm	Partes por millón
REP	Recuento estándar en placa
SS	Agar Salmonella Shigella
UFC	Unidades formadoras de colonias
um	Micras
W1	Peso 1
W2	Peso 2
W3	Peso 3
W4	Peso 4
XLD	Xilosa lisien deoxycholate

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N° 1	Tratamientos.....	66
CUADRO N° 2	Análisis bromatológico de la vermiharina.....	68
CUADRO N° 3	Análisis microbiológico de la vermiharina y balanceado a base de vermiharina.....	70
CUADRO N° 4	Comparación del estado nutricional de balanceados comerciales vs balanceado a base de vermiharina, variable proteína.....	71
CUADRO N° 5	Prueba del rango estudentizado de tukey (hsd) para proteína.....	71
CUADRO N° 6	Comparación del estado nutricional de balanceados comerciales vs balanceado a base de vermiharina, variable grasa.....	72
CUADRO N° 7	Prueba del rango estudentizado de tukey (hsd) para grasa.....	73
CUADRO N° 8	Comparación del estado nutricional de balanceados comerciales vs balanceado a base de vermiharina, variable fibra.....	74
CUADRO N° 9	Prueba del rango estudentizado de tukey (hsd) para fibra.....	74
CUADRO N° 10	Comparación del estado nutricional de balanceados comerciales vs balanceado a base de vermiharina, variable ceniza.....	75
CUADRO N° 11	Prueba del rango estudentizado de tukey (hsd) para ceniza.....	75
CUADRO N° 12	Comparación del estado nutricional de balanceados comerciales vs balanceado a base de vermiharina, variable humedad.....	76
CUADRO N° 13	Prueba del rango estudentizado de tukey (hsd) para humedad.....	76
CUADRO N° 14	Comparación bromatológica de diferentes niveles de harina de lombriz en remplazo con la harina de pescado, variable proteína.....	78
CUADRO N° 15	Prueba del rango estudentizado de tukey (hsd) para proteína.....	78
CUADRO N° 16	Comparación bromatológica de diferentes niveles de harina de lombriz en remplazo con la harina de pescado, variable grasa.....	79
CUADRO N° 17	Prueba del rango estudentizado de tukey (hsd) para grasa.....	79
CUADRO N° 18	Comparación bromatológica de diferentes niveles de harina de lombriz en remplazo con la harina de pescado, variable fibra.....	80
CUADRO N° 19	Prueba del rango estudentizado de tukey (hsd) para fibra.....	81
CUADRO N° 20	Comparación bromatológica de diferentes niveles de harina de lombriz en remplazo con la harina de pescado, variable ceniza.....	82
CUADRO N° 21	Prueba del rango estudentizado de tukey (hsd) para ceniza.....	82
CUADRO N° 22	Comparación bromatológica de diferentes niveles de harina de lombriz en remplazo con la harina de pescado, variable humedad.....	83
CUADRO N° 23	Prueba del rango estudentizado de tukey (hsd) para humedad.....	83

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1	Composición proteica (harina de lombriz con otras fuentes proteicas).....	11
TABLA N° 2	Biología de la trucha.....	31



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 1	Proceso de elaboración de harina de lombriz.....	48
GRÁFICO N° 2	Proceso de elaboración de balanceado a base de harina de lombriz.	51
GRÁFICO N° 3	Análisis bromatológico de la vermiharina.....	68
GRÁFICO N° 4	Análisis microbiológico de la vermiharina y balanceado a base de vermiharina.....	70
GRÁFICO N° 5	Comparación del estado nutricional de balanceados comerciales vs balanceado a base de vermiharina, variable proteína.....	72
GRÁFICO N° 6	Comparación del estado nutricional de balanceados comerciales vs balanceado a base de vermiharina, variable grasa.....	73
GRÁFICO N° 7	Comparación del estado nutricional de balanceados comerciales vs balanceado a base de vermiharina, variable fibra.....	74
GRÁFICO N° 8	Comparación del estado nutricional de balanceados comerciales vs balanceado a base de vermiharina, variable ceniza.....	75
GRÁFICO N° 9	Comparación del estado nutricional de balanceados comerciales vs balanceado a base de vermiharina, variable humedad.....	77
GRÁFICO N° 10	Comparación bromatológica de diferentes niveles de harina de lombriz en remplazo con la harina de pescado, variable proteína.....	78
GRÁFICO N° 11	Comparación bromatológica de diferentes niveles de harina de lombriz en remplazo con la harina de pescado, variable grasa.....	80
GRÁFICO N° 12	Comparación bromatológica de diferentes niveles de harina de lombriz en remplazo con la harina de pescado, variable fibra.....	81
GRÁFICO N° 13	Comparación bromatológica de diferentes niveles de harina de lombriz en remplazo con la harina de pescado, variable ceniza.....	82
GRÁFICO N° 14	Comparación bromatológica de diferentes niveles de harina de lombriz en remplazo con la harina de pescado, variable humedad.....	84

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1	Anatomía de la lombriz.....	5
FIGURA N° 2	Anatomía de la trucha.....	32

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA N° 1	Lombriz.....	1
FOTOGRAFÍA N° 2	Vermiharina.....	21
FOTOGRAFÍA N° 3	Harina.....	24
FOTOGRAFÍA N° 4	Trucha.....	29
FOTOGRAFÍA N° 5	Alevines de trucha.....	38
FOTOGRAFÍA N° 6	Liofilizador.....	40

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N° 1	Lombrices en humus.....	93
ANEXO N° 2	Lombrices en solución de gelatina.....	93
ANEXO N° 3	Lombrices en solución salina.....	94
ANEXO N° 4	Lombrices en el frasco del liofilizador.....	94
ANEXO N° 5	Lombrices colocadas en el liofilizador.....	94
ANEXO N° 6	Lombrices en el liofilizador.....	95
ANEXO N° 7	Selladora al vacío.....	95
ANEXO N° 8	Lombrices selladas al vacío.....	95
ANEXO N° 9	Secuencia de la determinación de humedad.....	96
ANEXO N° 10	Secuencia de la determinación de ceniza.....	96
ANEXO N° 11	Equipo de grasa.....	97
ANEXO N° 12	Secuencia de la determinación de fibra.....	97
ANEXO N° 13	Secuencia de la elaboración del balanceado con vermiharina...	98
ANEXO N° 14	Análisis microbiológico.....	98
ANEXO N° 15	Formulación del balanceado con harina de pescado.....	99
ANEXO N° 16	Formulación del balanceado con vermiharina.....	99

## ÍNDICES

<b>ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....</b>	<b>i</b>
<b>ÍNDICE GENERAL.....</b>	<b>ii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE DE CUADRO.....</b>	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS.....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS.....</b>	<b>vii</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>1 MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>1</b>
1.1 Lombriz.....	1
1.1.1 Concepto.....	1
1.1.2 Biología y ecología.....	2
1.1.2.1 Generalidades.....	3
1.1.2.2 Clasificación zoológica.....	4
1.1.3 Anatomía de la lombriz.....	5
1.1.3.1 La pared del cuerpo.....	5
1.1.3.2 Conformación de los sistemas internos.....	6
1.1.3.2.1 El sistema muscular.....	6
1.1.3.2.2 El sistema circulatorio.....	6
1.1.3.2.3 El sistema nervioso central.....	6
1.1.3.2.4 El sistema digestivo.....	7
1.1.4 Fisiología de la lombriz.....	7
1.1.5 Reproducción.....	8
1.1.6 Cría y reproducción.....	9
1.1.7 Utilización de la lombriz.....	10
1.1.8 Importancia alimenticia de la lombriz.....	11

1.1.8.1	Composición proteica.....	11
1.1.8.2	El sustrato o fuente de alimento.....	12
1.1.9	Preparación del sustrato.....	12
1.1.9.1	Condiciones ambientales.....	13
1.1.9.1.1	Humedad.....	14
1.1.9.1.2	Temperatura.....	14
1.1.9.1.3	Ph.....	15
1.1.9.1.4	Aireación.....	15
1.1.10	Tipos de alimentos.....	15
1.1.11	Aplicaciones del lombricompuesto.....	16
1.2	Lombricultura.....	17
1.2.1	Definición.....	17
1.2.2	Fundamento.....	18
1.2.3	Importancia y beneficios.....	18
1.3	Carne de lombriz.....	19
1.3.1	Consumo de carne de lombriz.....	20
1.4	Vermiharina de lombriz.....	21
1.4.1	Fuente de proteínas.....	21
1.4.2	Obtención de vermiharina.....	22
1.4.3	Composición de la vermiharina.....	22
1.4.4	Vermiharina para alimentación humana.....	23
1.4.5	Otras utilidades de la lombriz.....	23
1.5	Harina.....	24
1.5.1	Concepto.....	24
1.5.2	Harinas de origen animal.....	25
1.6	Alimento proteico.....	25
1.6.1	Concepto.....	25
1.6.2	Proteínas en alimentos.....	26
1.6.3	Importancia de los alimentos proteicos.....	28
1.7	Trucha.....	29
1.7.1	Generalidades.....	29
1.7.2	Características.....	29

1.7.3	Origen de su nombre.....	30
1.7.3.1	Nombre común.....	30
1.7.3.2	Nombre científico.....	31
1.7.4	Morfología y ecología.....	31
1.7.4.1	Biología de la especie.....	31
1.7.4.2	La forma.....	31
1.7.5	Anatomía.....	32
1.7.6	Habitat.....	32
1.7.7	Crecimiento.....	32
1.7.8	Alimentación.....	32
1.7.8.1	Cantidad de los alimentos.....	33
1.7.8.2	Frecuencia de alimentación.....	33
1.7.8.3	Cuidados en la administración de los alimentos.....	34
1.7.8.4	Requerimientos nutritivos.....	34
1.7.8.4.1	Proteínas.....	35
1.7.8.4.2	Hidratos de carbono.....	36
1.7.8.4.3	Grasas.....	36
1.7.8.4.4	Minerales.....	37
1.7.9	Incubación.....	37
1.7.10	Alevinaje.....	38
1.7.11	Después de eclosionar.....	38
1.7.12	Primera alimentación.....	39
1.7.13	Dedinaje.....	39
1.7.14	Levante.....	40
1.7.15	Engorde.....	40
1.8	Liofilización.....	40
1.8.1	Concepto.....	40
1.8.2	Variables en el proceso de liofilización.....	41
1.8.3	Etapas de la liofilización.....	42
1.8.4	Usos de la liofilización.....	42
<b>CAPÍTULO II.....</b>		<b>43</b>
<b>2</b>	<b>PARTE EXPERIMENTAL.....</b>	<b>43</b>

2.1	Lugar y pruebas de ensayo.....	43
2.2	Factores de estudio.....	43
2.3	Materiales, equipos y reactivos.....	43
2.3.1	Material biológico.....	43
2.3.2	Equipos.....	43
2.3.3	Materiales de laboratorio.....	44
2.3.4	Reactivos.....	45
2.3.5	Medios de cultivos.....	45
2.4	Métodos de análisis.....	46
2.5	Técnicas.....	47
2.5.1	Elaboración de harina de lombriz.....	47
2.5.1.1	Material experimental.....	47
2.5.1.2	Procedimiento.....	48
2.5.1.3	Estudio de parámetros en la vermiharina.....	48
2.5.2	Elaboración de balanceado a base de harina de lombriz.....	50
2.5.2.1	Material experimental.....	50
2.5.2.2	Procedimiento.....	50
2.5.2.3	Estudio de parámetros en el balanceado.....	51
2.5.3	Determinación de proteína bruta.....	52
2.5.3.1	Fundamento.....	52
2.5.3.2	Materiales y equipos.....	52
2.5.3.3	Reactivos.....	52
2.5.3.4	Procedimiento.....	53
2.5.4	Determinación de humedad.....	54
2.5.4.1	Fundamento.....	54
2.5.4.2	Materiales y equipos.....	54
2.5.4.3	Procedimiento.....	54
2.5.5	Determinación de cenizas.....	55
2.5.5.1	Fundamento.....	55
2.5.5.2	Materiales y equipos.....	55
2.5.5.3	Procedimiento.....	56
2.5.6	Determinación de fibra bruta.....	57



2.5.6.1	Fundamento.....	57
2.5.6.2	Materiales y equipos.....	57
2.5.6.3	Reactivos.....	57
2.5.6.4	Procedimiento.....	57
2.5.7	Determinación del extracto etéreo.....	59
2.5.7.1	Fundamento.....	59
2.5.7.2	Materiales y equipos.....	59
2.5.7.3	Reactivos.....	59
2.5.7.4	Procedimiento.....	59
2.5.8	Recuento de aerobios mesófilos.....	60
2.5.8.1	Fundamento.....	60
2.5.8.2	Materiales y equipos.....	60
2.5.8.3	Reactivos.....	61
2.5.8.4	Procedimiento.....	61
2.5.9	Recuento de mohos y levaduras.....	62
2.5.9.1	Materiales y equipos.....	62
2.5.9.2	Reactivos.....	62
2.5.9.3	Procedimiento.....	63
2.5.10	Determinación de coliformes totales y fecales.....	64
2.5.10.1	Fundamento.....	64
2.5.10.2	Materiales y equipos.....	64
2.5.10.3	Reactivos.....	64
2.5.10.4	Procedimiento.....	65
2.6	Tipo de diseño experimental.....	66
2.7	Análisis estadístico.....	67
2.7.1	Test de ANOVA.....	67
2.7.2	Coeficiente de variación.....	67
2.7.3	Prueba de separación de medias prueba de Tukey al 5%.....	67
<b>CAPÍTULO III</b>	.....	<b>68</b>
3	Resultados y discusión.....	68
3.1	Análisis bromatológico de la vermiharina.....	68
3.2	Análisis microbiológico de la vermiharina y balanceado a base de	70

	vermiharina.....	
3.3	Comparación del estado nutricional de balanceados comerciales vs balanceado a base de vermiharina.....	71
3.3.1	Variable proteína.....	71
3.3.2	Variable grasa.....	72
3.3.3	Variable fibra.....	74
3.3.4	Variable ceniza.....	75
3.3.5	Variable humedad.....	76
3.4	Comparación bromatológica de diferentes niveles de harina de lombriz en remplazo con la harina de pescado.....	78
3.4.1	Variable proteína.....	78
3.4.2	Variable grasa.....	79
3.4.3	Variable fibra.....	80
3.4.4	Variable ceniza.....	82
3.4.5	Variable humedad.....	83
	<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>85</b>
4	Conclusiones.....	85
	<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>87</b>
5	Recomendaciones.....	87
	<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>88</b>
6	Resumen y summary.....	88
	<b>CAPÍTULO VII.....</b>	<b>90</b>
7	Bibliografía.....	90
	<b>CAPÍTULO VIII.....</b>	<b>93</b>
8	Anexos.....	93

## INTRODUCCIÓN

La elaboración de la vermiharina es una biotecnología que utiliza, las lombrices rojas californianas (*Eisenia foetida*), como una herramienta de trabajo. Recicla todo tipo de materia orgánica y obtiene como fruto de este trabajo fundamentalmente tres productos: el humus, la carne y la harina.

Actualmente se reconoce que la lombricultura es un recurso biotecnológico de elevado interés ecológico y nutricional, con dos objetivos principales, primero como una alternativa de reciclaje de desechos orgánicos de diferentes fuentes y segundo como una fuente de proteína no convencional de bajo costo.

Las lombrices, cullucos o gusanos de tierra son anélidos (gusanos anillados), que se alimentan de materia orgánica y son muy prolíficas. Para la lombricultura se ha seleccionado a la lombriz roja (*Eisenia foetida*) por ser extremadamente prolífica; vive en grandes densidades; se reproduce en cautiverio; es muy voraz y acepta todo tipo de desechos orgánicos; respira a través de la piel; cada día come el equivalente al peso de su cuerpo y el 60% del alimento lo expele en forma de humus. Se adapta a todos los climas, siempre y cuando se controlen los factores de humedad y temperatura.

Al considerar la harina de lombriz, es un producto que se caracteriza por un elevado contenido de proteínas (> 60% p/p, base seca) de interés nutricional ya que proporciona aminoácidos esenciales para la dieta humana, su obtención es un proceso de bajo costo porque las lombrices se alimentan de desechos orgánicos, crecen a una alta velocidad y se multiplican rápidamente. (10)

Es importante resaltar, que el prejuicio cultural y la falta de información de los beneficios que presenta esta lombriz, son los que no han permitido su utilización oficial en el campo alimenticio humano. Sin embargo, algunos países orientales tales como China, Japón, Filipinas, Taiwán, etc., la han incorporado al consumo humano. De la lombriz roja californiana, no sólo se obtiene carne rica en proteínas, sino también los aminoácidos esenciales, entre ellos es importante mencionar a la lisina, aminoácido que suele estar ausente en los alimentos básicos. (19).

El contenido de este aminoácido en la harina de lombriz es significativo (5,9% p/p), ya que satisface los requerimientos para niños entre 2-5 años exigidos por la FAO/OMS. El Departamento de Ciencias de los Alimentos de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Los Andes de Venezuela, está estudiando la factibilidad de incluir este alimento no convencional en los comedores escolares y universitarios, razón por la cual se emprendió un estudio preliminar para determinar el contenido de proteínas y aminoácidos de la harina de lombriz obtenida a partir de un lombricultivo de la región.

La posibilidad de transformar en carne de alto valor proteico los desechos orgánicos, que en muchos casos hoy constituyen un problema ecológico, es talvés uno de los aspectos más fascinantes de la lombricultura. La composición de la harina de lombriz, con más de un 70% de proteínas de alto valor biológico, hace que éste anélido aparezca como una de las grandes soluciones a los problemas nutricionales que tiene la humanidad.

El alto contenido de proteínas es importante en la carne de lombriz. La alta tasa reproductiva (duplica su población cada 90 días) y la rápida velocidad de crecimiento de la lombriz (come diariamente el equivalente a su propio peso), permite producir toneladas de carne por hectárea a un costo como ninguna otra actividad zootécnica lo logra.

Además del colágeno, se puede extraer otros productos base para la industria farmacéutica. A partir del líquido celomático, contenido en el celoma, se ha producido

antibióticos de uso humano para combatir entre otras cosas enfermedades como el tifus. Características como, el no sangrar al producirse un corte de su cuerpo y ser totalmente inmune al medio contaminado en el cual vive, como la alta capacidad de regeneración de tejidos, son motivo de investigaciones para aplicar en el ser humano.

Con estos antecedentes en la siguiente investigación se plantearon los siguientes objetivos:

- Aplicar el método de liofilización para elaborar la vermiharina con la lombriz (*Eisenia foétida*) que será utilizadas como fuente proteica en la elaboración de balanceado para alevines de trucha.
- Realizar el control de calidad de la vermiharina de lombriz (*Eisenia foétida*) liofilizada, mediante el análisis microbiológico.
- Identificar el valor nutricional de la vermiharina de lombriz (*Eisenia foétida*) liofilizada, mediante el análisis bromatológico.
- Realizar una comparación bromatológica entre los balanceados elaborados con Vermiharina vs el común (harina de pescado) para la fase de alevinaje.

## CAPÍTULO I

### 1. MARCO TEÓRICO

#### 1.1 LOMBRIZ

##### 1.1.1 CONCEPTO



**FOTOGRAFÍA Nº 1 LOMBRIZ**

FUENTE: <http://www.geocities.ws/lombricordoba/2.htm>

Son hermafroditas, pero el intercambio es entre dos lombrices maduras. Al fecundar generan cocones que se incuban entre 20-30 días a 25 °C y en 40-60 días más maduran. Se produce un cocón cada 10 días, conteniendo entre 3 y 20 lombricitas. El ciclo dura unos 3 meses; se desarrollan mejor a 20-25 °C, se inactivan a 0°C, pueden desarrollar su ciclo normalmente a 15-18°C y la ideal para formar cocones de 12 a 15. El alimento debe presentarse poroso, húmedo, no compactado y/o anegado. (6)

Pueden vivir con poco y altas cantidades de CO<sub>2</sub>. Pueden vivir en un rango de pH de 4 a 8, pero lo adecuado es 7 (neutro). Hay residuos que pueden ser ácidos como de cítricos, domiciliarios, etc, que pueden corregirse con cal apagada común y carbonato de Ca; el alimento debe retener humedad, ser poroso y no contener grandes cantidades de sustancias proteicas, lo ideal es compost terminado, estiércoles de equinos y conejo.

Altas concentraciones de sales pueden disminuir la cantidad de cocones y peso de las lombrices.

Enemigos: invertebrados, como babosa, hormigas ciempiés, etc. Vertebrados, como aves, batracios, roedores, etc.

Los lumbrícidos (Lumbricidae), comúnmente denominados lombrices de tierra, son una familia de anélidos oligoquetos del orden Haplotaxida. Una de las especie más frecuente es *Lumbricus terrestris*. La parte dorsal de *Lumbricus terrestris* es de un color marrón-rojizo mientras que su parte ventral es amarillenta. Llegan a medir hasta 30 cm de largo y si bien son originarias de Europa, han sido introducidas en muchas zonas del mundo. Algunas especies tropicales alcanzan los 4 m de longitud.

Cabe destacar que el nombre de lombriz se aplica a otros invertebrados vermiformes sin relación alguna con los anélidos, como las lombrices intestinales (tenias, pertenecientes a los platelmintos y *Ascaris lumbricoides* del filo de los nemátodos). (29)

### 1.1.2 BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA

Las lombrices más conocidas excavan galerías en el suelo y salen de noche a explorar sus alrededores. Son animales muy beneficiosos. Mientras excavan para hacer sus túneles, ingieren partículas de suelo y digieren cualquier resto orgánico.

En épocas húmedas, arrastran hojas al interior de la tierra para alimentarse. Con ello remueven, airean y enriquecen el suelo, contribuyendo a que se mantenga fértil al hacer ascender fósforo y potasio del subsuelo y al expulsar sus propios desechos nitrogenados. La época más propicia para las lombrices es cuando el clima es húmedo y cálido, momento en el que salen a la superficie para procrear. Las lombrices son hermafroditas ya que poseen órganos reproductores masculinos y femeninos, pero necesitan aparearse.

Es muy voraz, llegando a comer hasta el 90 % de su propio peso por día. De esta ingesta, excreta entre el 50 y 60 % convertido en un nutriente natural de altísima calidad, conocido como lombricomposto o humus de lombriz. La lombriz de tierra no tiene dientes, su efectividad está en su aparato digestivo para lo cual tiene un aparato bucal succionador, faringe, buche, molleja y el resto es intestino.

En estado adulto llega a medir entre 9 y 30 cm. de largo. Tienen los dos sexos en un mismo individuo (son hermafroditas); su apareamiento se produce generalmente cuando asoman a comer a la superficie. La puesta de huevos se realiza a razón de un cocón por animal cada 45 a 60 días. Viven de 4 a 5 años. No posee pulmones, respira por la piel. (29)

#### **1.1.2.1 Generalidades**

Descubierta en California 1954, de color rosa oscuro intenso con una longevidad aproximada en 16 años.

Anélido invertebrado seleccionado para ser criado en cautiverio.

Posee una protuberancia denominada clitelo entre los anillos 24 y 32.

La pigmentación roja intensa protege la superficie de las lombrices activas contra la radiación ultravioleta de la luz solar. (27)

Profilidad: 1.500 lombrices / año.

Deyecciones: Abono orgánico, 2 billones de colonias de bacterias vivas por gramo de humus. (1)

Mide entre 60-120 mm.



Pesa entre 0.75 - 1 g (3)

#### **1.1.2.2 Clasificación zoológica**

**Reino:** Animal

**Subreino:** Metazoos

**Phylum:** Protostomia

**Grupo:** Annelida

**Orden:** Oligochaeta

**Familia:** Lumbricidae

**Especie:** Eisenia foetida (5)

### 1.1.3 ANATOMÍA DE LA LOMBRIZ



**FIGURA Nº1 ANATOMÍA DE LA LOMBRIZ**

FUENTE: [http://proyectoparaunplanetamaslimpio.blogspot.com/2009/10/blog-post\\_27.html](http://proyectoparaunplanetamaslimpio.blogspot.com/2009/10/blog-post_27.html)

#### 1.1.3.1 La pared del cuerpo

El cuerpo de este anélido se destaca por presentar una segmentación externa e interna, su cuerpo es cilíndrico. Está constituido por anillos, unidos en forma de segmentos, en número que varía entre 80 y 120. (9)

La pared del cuerpo está constituida de afuera hacia dentro por:

Una cutícula, (lámina muy delgada, generalmente de color marrón brillante), que permite la respiración, la cual se realiza a través de la piel. (12)

Una epidermis, (epitelio simple con células glandulares que producen una secreción mucosa, también hay células glandulares que producen una secreción serosa).

Dos capas musculares, una circular externa y una longitudinal interna.

Peritoneo, (es una capa más interna y limita exteriormente con el celoma de la lombriz).

El celoma es una cavidad que contiene líquido celómico, se extiende a lo largo del animal y envuelve el canal alimenticio. (20)

Posee grupos de células que pueden percibir el grado de acidez o alcalinidad del terreno, así como los estímulos luminosos. (23)

### **1.1.3.2 Conformación de los sistemas internos**

#### **1.1.3.2.1 El sistema muscular**

Consiste en una serie de fibras externas circulares o transversas de músculo, que rodean el cuerpo, y una serie interna de fibras musculares longitudinales que sirven para mover las cerdas.

#### **1.1.3.2.2 El sistema circulatorio**

Está formado por un vaso sanguíneo dorsal prominente y cuando menos cuatro vasos sanguíneos ventrales, que recorren de forma longitudinal el cuerpo y están conectados entre sí a intervalos regulares por medio de una serie de vasos transversales. (10)

El vaso dorsal está equipado con válvulas y es el verdadero corazón. No obstante, el bombeo de la sangre se produce sobre todo por movimientos musculares generales.

#### **1.1.3.2.3 El sistema nervioso central**

Consiste en un par de ganglios suprafaríngeos, generalmente llamados cerebro, y un cordón ventral que pasa debajo del canal alimentario con ganglios en cada segmento. Este sistema permite a las lombrices percibir sensaciones de humedad, tacto, temperatura y luminosidad, que generan reacciones en el sistema muscular modificando su comportamiento. (27)

#### **1.1.3.2.4 El sistema digestivo**

Está formado por una faringe muscular, un delgado esófago, un buche o receptáculo de comida de paredes delgadas, una molleja muscular empleada para moler la tierra ingerida y un intestino largo y recto.

Todos los anillos excepto los tres primeros y el último, tienen un par de nefridios para la excreción, constituyendo el sistema excretor de la lombriz californiana. (26)

#### **1.1.4 FISIOLÓGÍA DE LA LOMBRIZ**

En el intestino de la lombriz ocurren procesos de fraccionamiento, desdoblamiento, síntesis y enriquecimiento enzimático y microbiano, lo cual tiene como consecuencia un aumento significativo en la velocidad de degradación y mineralización del residuo, obteniendo un producto de alta calidad. El resultado son dos productos: el humus y las lombrices.

Su cuerpo cilíndrico está revestido por una cutícula protectora, esta es una capa dura y resistente que le protege cuando va introduciéndose en la tierra. Tiene una espesa capa de células bajo la cutícula que segregan moco que le protege de la deshidratación. (26)

El alimento se introduce por la boca, es absorbido por la faringe que actúa como succionadora, pasa al buche a través del esófago, en este se encuentran las glándulas de Morren que segregan carbonato de calcio para estabilizar el pH. Así la materia orgánica que ingiere es rápidamente humidificada, partiendo por una severa fragmentación y mineralización enzimática, que ocurre en el primer tercio del sistema digestivo. (26) (27)

En el buche que posee partículas minerales, mediante el movimiento muscular muele la materia orgánica digerida. Continúa al estómago (molleja). Al ser digerido se expone a la pepsina y otras sustancias segregadas, absorbe el 20% del material que ingiere.

En el intestino sigue la transformación con enzimas particulares, que modifican finalmente los alimentos a compuestos más simples que se absorben por los capilares intestinales y se transportan a las células para su nutrición. (27)

Los desechos producidos por las células pasan a los nefridióporos y se eliminan.

El paso de la materia orgánica a través del intestino de la lombriz presenta aún otro efecto: una parte de lo ingerido resultará metabolizado hacia formas químicas, derivando el crecimiento y desarrollo de tejido. Dicha transformación arroja productos de excreción como dióxido de carbono, amonio, urea, etc. otra fracción será destinada a la elaboración de mucus, compleja sustancia rica en proteínas y carbohidratos que le permite movilizarse y protegerse de la agresividad del medio. (27)

Si la descomposición no llega a ser completa, las lombrices reciclan nuevamente dicho sustrato, reingiriendo sus heces al cabo de cierto tiempo, sufriendo entonces un nuevo ataque bacteriano.

#### 1.1.5 REPRODUCCIÓN

Aunque un mismo individuo tiene ambos sexos es decir las lombrices son hermafroditas se reproducen por fecundación cruzada mutua, donde ambos ponen un capullo, llamado cócón. Los huevos que contienen una considerable cantidad de yema, son enterrados en el suelo en cápsulas formadas con secreciones del clitelo, una parte engrosada de la pared corporal del animal.

Las cápsulas protegen los huevos hasta que dan lugar a pequeñas lombrices desarrolladas del todo. Cada capullo (cocones) contiene de 2 a 10 lombrices que emergen a los 21 días, siendo individuos juveniles, que no podrán reproducirse hasta los 3 - 4 meses, cuando pasan a ser adultas. (23) (11)

Copulación cada 7 días a partir de los 90 días de nacidas.

Cada lombriz = 1 cocón cada 10 - 30 días.

Cada cocón = 2 a 20 lombrices.

Apertura de cápsula es entre 12 y 21 días.

Producción normal por lombriz = 1.500 lombrices.

Generaciones por lombriz = 5.

Producción humus 60% Humus – 40% Alimento (27)

La lombriz consume diariamente su propio peso en alimento y excreta en forma de humus 60% de él.

#### 1.1.6 CRÍA Y REPRODUCCIÓN

Se ha experimentado con ella en todos los países, en distintas condiciones de clima, altitud, y vive en cautiverio sin fugarse de su lecho; es extraordinariamente prolífera; madura sexualmente entre el segundo y tercer mes de vida. Deposita cada 7 a 10 días una cápsula o huevo con un contenido que fluctúa de 2 a 20 embriones que a su vez después de 14 a 21 días de incubación eclosiona, originando lombrices en condiciones de moverse y nutrirse de inmediato.

Come, con mucha voracidad, todo tipo de desechos agropecuarios (estiércoles, rastros)

de cultivos, residuos de hortalizas y frutas, malezas, etc.). También puede utilizar desechos orgánicos de la industria, la ciudad, mataderos y otros.

La digestión de los productos mencionados anteriormente produce enormes cantidades de Humus, que es la base de la fertilidad del suelo. La extraordinaria capacidad productiva de la *Eisenia foetida*, permite amortizar rápidamente su capital invertido, y encontrarnos en un tiempo breve con una actividad altamente productiva. Un criadero de lombrices en fase de expansión, se duplica cada tres meses, es decir, 16 veces en un año, 256 veces en dos años y 4.096 veces en tres años. (26)

#### 1.1.7 UTILIZACIÓN DE LA LOMBRIZ

Las lombrices vivas o biomasa, puede comercializarse para abrir otros lombricultivos, como materia prima para la producción de harina, cebo para pesca o alimentos de ranas, peces, aves, etc.

Otras alternativas industriales son: la producción de proteína animal, en farmacia para la obtención de aminoácidos esenciales.

La carne y harina de lombriz se emplean para consumo humano y animal.

Con la secreción cutánea producida por la lombriz cuando es sometida a estrés, se obtiene una alta concentración de minerales, hormonas y enzimas que poseen propiedades bactericidas, bacteriostáticas y antialérgicas. (4)

### 1.1.8 IMPORTANCIA ALIMENTICIA DE LA LOMBRIZ

#### 1.1.8.1 Composición proteica

La carne de lombriz contiene, de acuerdo con algunos estudios del 60% al 70 % de proteína cruda que le ubica como uno de los alimentos de mayor calidad que se pueda encontrar en la naturaleza (30).

El contenido de proteínas de la vermiharina comparado con el de algunos animales y plantas se puede ver al examinar los datos obtenidos de la tabla de composición de los alimentos ecuatorianos.

**TABLA Nº1 COMPOSICIÓN PROTEICA (HARINA DE LOMBRIZ CON OTRAS FUENTES PROTEICAS)**

<b>ALIMENTO</b>	<b>% PROTEÍNA</b>
En la leche	3,3
En la carne de vacuno	20-25
Pescado atún	20-23
En huevo de una ave	13-14
En las leguminosas tiernas	6,0-10
En las leguminosas secas	20-25
En los cereales	10-20
En las verduras	1,6-6
Harina de soya	46
Harina de semilla de algodón	60,2
Harina de lombriz	50

FUENTE: TABLA DE COMPOSICIÓN DE LOS ALIMENTOS ECUATORIANOS

La carne de lombriz puede ser utilizada en la alimentación animal en forma cruda y directa o en la elaboración de harina de carne de lombriz para ser mezclada con otros productos y producir concentrados de excelente calidad, actualmente existen algunos ejemplos que nos hablan de las alternativas que ofrece la lombriz roja para la



alimentación humana, en especial para ofrecerla como fuente de proteínas a la población con bajos recursos. (4)

#### 1.1.9 EL SUSTRATO O FUENTE DE ALIMENTO

Los cultivos de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) debe alimentarse con material orgánico totalmente descompuesto, no es aconsejable el uso de material en proceso de fermentación, pues podría causar intoxicación a las lombrices debido a que están ocurriendo procesos de putrefacción de la materia orgánica.

La cantidad de alimento depende de la densidad de la población.

El manejo del sustrato es el elemento de mayor importancia dentro del cultivo de lombrices, puesto que si lo entregamos estabilizado, aseguramos la reproducción y en poco tiempo lo habremos multiplicado y obtendremos buenas cosechas de compost.

#### 1.1.10 PREPARACIÓN DEL SUSTRATO

La lombriz es muy hábil para encontrar materia orgánica que le sirve de alimento.

Puede distinguir y diferenciar los tipos de alimento, según el grado de humedad y descomposición.

La preparación del sustrato debe hacerse mediante fermentación aerobia. Esta fermentación es el resultado de la actividad de una serie de microorganismos de diferentes grupos. El tiempo que dure la fermentación depende del pH, humedad, temperatura y tipo de sustrato. (23) (11)

El objetivo es que el alimento se estabilice en un pH de 7.5 a 8, humedad 80 % y temperatura 18 a 25 grados centígrados.

En el estiércol bovino el tiempo necesario para la estabilización es de 10 a 15 días, y es el sustrato que más rápido se estabiliza. El estiércol de conejo tarda de 20 a 25 días y los residuos de cosechas de 15 a 25 días (11).

Las lombrices pueden también alimentarse de papel, no importando la tinta que éste contenga, se puede mezclar con el estiércol 10 días antes que éste esté estabilizado.

Los metales, plásticos, gomas y vidrio son materiales que la lombriz no puede digerir.

Todos estos sustratos tienen una coloración café oscuro, no presentan mal olor y al tacto son semi pastosos; esto indica que el pH, humedad y temperatura son óptimos.

#### **1.1.10.1 Condiciones ambientales**

**Temperatura:** 19-20 °C óptimo desarrollo.

**Humedad:** 85%

**pH de desarrollo:** 6.5 - 7.5

Teme a la luz, los rayos ultravioleta las matan.

#### **1.1.10.1.1 Humedad**

La humedad es un factor de mucha importancia que influye en la reproducción. Debe estar entre el 70 y 80%. Una humedad superior al 85 % hace que las lombrices entren en un período de latencia y se afecta la producción de vermicompost y la reproducción.

Debajo de 70 % de humedad es una condición desfavorable. Niveles de humedad inferiores al 55 % son mortales para las lombrices. (27)

La prueba para medir el porcentaje de humedad en el sustrato se conoce como prueba de puño, la cual consiste en agarrar una cantidad del sustrato con el puño de una mano, posteriormente se le aplica fuerza, lo normal de un brazo, y si salen de 8 a 10 gotas es que la humedad está en un 80 % aproximadamente. En cualquier caso es mejor utilizar un medidor de humedad.

#### **1.1.10.1.2 Temperatura**

La temperatura es otro de los factores que influyen en la reproducción, producción (vermicompost) y fecundidad de las cápsulas. Una temperatura entre 18 a 25 grados centígrados es considerada óptima, que conlleva el máximo rendimiento de las lombrices.

Se controla con medidores que emiten una alarma si la temperatura no está dentro del rango requerido.

Cuando la temperatura desciende por debajo de 15°C las lombrices entran en un período de latencia, disminuyen su actividad, dejan de reproducirse, crecer y producir vermicompost; los cocones (huevos) no eclosionan y pasan más tiempo encerrados los embriones, hasta que se presentan condiciones favorables. (27)

#### **1.1.10.1.3 Ph**

La lombriz acepta sustratos con pH de 5 a 8.4, que podemos controlar mediante un pH-metro o un simple papel indicador. Fuera de esta escala, la lombriz entra en una etapa de latencia. Con pH ácido en el sustrato ( $<7$ ) puede desarrollarse una plaga conocida en el mundo de la lombricultura como planaria, presente en climas tropicales.

#### **1.1.10.1.4 Aireación**

Es fundamental para la correcta respiración y desarrollo de las lombrices.

Si la aireación no es la adecuada el consumo de alimento se reduce, además del apareamiento y reproducción debido a la compactación. (1)

#### **1.1.11 TIPOS DE ALIMENTOS**

Los alimentos orgánicos útiles en la alimentación de lombrices son muy variados destacando entre otros:

- Restos de serrerías e industrias relacionadas con la madera.
- Desperdicios de mataderos.
- Residuos vegetales procedentes de explotaciones agrícolas.
- Estiércol de especies domésticas.
- Frutas y tubérculos no aptos para el consumo humano o vegetal.
- Fangos de depuradoras.
- Basuras. (23)

### 1.1.12 APLICACIONES DEL LOMBRICOMPUESTO

Sustrato para enmiendas orgánicas, abono orgánico, complemento de fertilizantes tradicionales. El lombricompost efectúa un eficiente control del mal de los almácigos o camping off.

Las lombrices se adaptan a distintos tipos de desechos y se convierten en un recurso valioso en la piscicultura como alimentación y como carnada; reducen, además, malos olores, moscas y poblaciones de microorganismos dañinos para la salud humana y también, pueden atenuar los efectos de la contaminación por desechos orgánicos.

En el mundo existen aproximadamente más de 6000 especies, solamente 12 de ellas se utilizan para la producción del humus de lombriz, pero en nuestro país y en otros de América Latina las especies más utilizadas son la lombriz roja africana (*Eudrilus eugeneae*) y 2 especies de lombrices rojas californianas (*Eisenia andrei* y *Eisenia foetida*).

La experiencia que se ha obtenido para la cría de estas especies de lombrices en el Jardín Botánico Orquideario Soroa se ha hecho extensiva para las comunidades, por su fácil producción y rápidos resultados, ya que los campesinos de la zona utilizaban el estiércol directamente al cultivo sin su transformación, por lo que los resultados no han sido favorables. Su elaboración es muy sencilla, con materiales de fácil acceso que se encuentren al alcance de las posibilidades de cada cual, por lo que no se deben utilizar cajas de cartón porque las lombrices necesitan de humedad, las dimensiones son variadas y se debe disponer de agua suficiente para mantener la humedad debida. Esta técnica permite aprovechar materia orgánica tal como estiércoles de animales, basureros urbanos, residuos orgánicos industriales y lodos de las plantas de tratamientos residuales. (29)

## 1.2 LOMBRICULTURA

### 1.2.1 DEFINICIÓN

La Lombricultura es una biotecnología que utiliza, a una especie domesticada de lombriz, como una herramienta de trabajo. Recicla todo tipo de materia orgánica y obtiene como fruto de este trabajo fundamentalmente dos productos: el humus y la carne. (14)

Actualmente se reconoce que la lombricultura es un recurso biotecnológico de elevado interés ecológico y nutricional. Esta biotecnología utiliza una especie de lombriz domesticada denominada *Eisenia foetida* (Lumbricidae), con dos objetivos principales, primero como una alternativa de reciclaje de desechos orgánicos de diferentes fuentes, y segundo como una fuente de proteína no convencional de bajo costo.

La harina de lombriz se caracteriza por un elevado contenido de proteínas (> 60% p/p, base seca) de interés nutricional ya que proporciona aminoácidos esenciales para la dieta humana. La obtención a un bajo costo de la harina de lombriz rica en proteínas se debe a que las lombrices se alimentan de desechos orgánicos, crecen a una alta velocidad y se multiplican rápidamente. Es importante resaltar, que el prejuicio cultural y la falta de información de los beneficios que presenta esta lombriz, son los que no han permitido su utilización oficial en el campo alimenticio humano.

Sin embargo, algunos países orientales tales como China, Japón, Filipinas, Taiwán, etc., la han incorporado al consumo humano. De la lombriz roja californiana, no sólo se obtiene carne rica en proteínas, sino también los aminoácidos esenciales, entre ellos es importante mencionar a la lisina, aminoácido que suele estar ausente en los alimentos básicos. El contenido de este aminoácido en la harina de lombriz es significativo (5,9% p/p), ya que satisface los requerimientos para niños entre 2-5 años exigidos por la FAO/OMS.

El Departamento de Ciencias de los Alimentos de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Los Andes de Venezuela, está estudiando la factibilidad de incluir este alimento no convencional en los comedores escolares y universitarios, razón por la cual se emprendió un estudio preliminar para determinar el contenido de proteínas y aminoácidos de la harina de lombriz obtenida a partir de un lombricultivo de la región.

Por otra parte la Universidad de Los Andes intenta demostrar que sí es posible solucionar el problema de la disposición final de la basura orgánica, convirtiéndola en algo útil para la agricultura, a través de la Estación piloto de Compostaje y lombricultura para el Manejo Integral de los Desechos (Ciulamide).(7)

### 1.2.2 FUNDAMENTO

Obtención de humus de lombriz a partir de desecho orgánico:

Desecho orgánico + O<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O ----->Compost (humus) + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O + calor

Compost (humus) + lombriz + H<sub>2</sub>O --->Humus lombriz (abono ecológico) + H<sub>2</sub>O

El humus tiene una composición de 57.64% de humedad, 70.79% de materia orgánica, 2.91% Nitrógeno, 2.01% de Fósforo, 1.80% de Potasio, 4.60% de calcio, 0.64% de Magnesio, 0.60% de Hierro y altas concentraciones de Manganeso, cobre, zinc y Cobalto. (28)

### 1.2.3 IMPORTANCIA Y BENEFICIOS

La lombriz roja californiana tiene una gran importancia económica, pues constituye a la fertilización, aireación, mejora de la estructura y formación del suelo.

El cultivo de la lombriz es un eficaz colaborador en la preservación del medio ambiente y además contribuye en el afianzamiento de las rentas municipales, mediante la rápida transformación de las basuras en humus, fuente de materia orgánica para la recuperación de suelos erosionados.

Es el único sistema de transformación que permite obtener simultáneamente humus para la fertilización orgánica y proteína animal de excelente calidad. (10)

### **1.3 CARNE DE LOMBRIZ**

La posibilidad de transformar en carne de alto valor proteico los desechos orgánicos, que en muchos casos hoy constituyen un problema ecológico, es talvés uno de los aspectos más fascinantes de la Lombricultura. La composición de la harina de lombriz, con más de un 70% de proteínas de alto valor biológico, hace que éste anélido aparezca como una de las grandes soluciones a los problemas nutricionales que tiene la humanidad.

Si importante es, el alto contenido de proteínas en la carne de lombriz, más importante aún es su cantidad de aminoácidos esenciales. La alta tasa reproductiva (duplica su población cada 90 días) y la rápida velocidad de crecimiento de la lombriz (come diariamente el equivalente a su propio peso), permite producir toneladas de carne por hectárea a un costo como ninguna otra actividad zootécnica lo logra.

Además del colágeno, se puede extraer otros productos base para la industria farmacéutica. A partir del líquido celomático, contenido en el celoma, se ha producido antibióticos de uso humano para combatir entre otras cosas enfermedades como el tifus.

Características como el no sangrar al producirse un corte de su cuerpo y ser totalmente inmune al medio contaminado en el cual vive, como así mismo la alta capacidad de regeneración de tejidos, son motivo de investigaciones para aplicar en el ser humano.

Con esto estamos exponiendo que ante posibles resultados satisfactorios obtenidos de



estas investigaciones existiría un mercado demandante de nuestros productos, dejándonos fuertemente posicionados. (4)

### 1.3.1 CONSUMO DE CARNE DE LOMBRIZ

Durante miles de años distintos pueblos de África y China encontraron en la carne de lombriz un complemento nutricional que ayudó a sostener su población y cultura a pesar de las condiciones más adversas (24)

Una propuesta para mejorar la alimentación en países en vías de desarrollo podría incluir la producción de proteína de anélidos a partir de materiales que no implican costo como restos de comida, desechos de la huerta, cáscaras, hojas, pasto, papel y estiércoles de rumiantes. Por cada tonelada de estiércol fresco se produce 500 kilos de humus y 100 kilos de carne de lombriz (24). Cuando se hace la cosecha, una parte de las lombrices puede ser destinada a la continuidad del criadero y la otra a la elaboración de harina.

Podría ser viable en pequeñas comunidades donde se practique la agricultura y la ganadería. Así se evitarían gastos de transporte ya que la materia prima (estiércol y desechos vegetales) y los productos de elaboración (humus y carne de lombriz) se producirían y consumirían en el mismo lugar.

Cuando se introduce un nuevo alimento hay que tener en cuenta las costumbres locales.

Los intentos de la FAO por ayudar a pueblos acosados por el hambre debido a la pobreza endémica o a algún desastre, están jalonados de historias de fracasos porque no se consideraron sus hábitos de alimentación. (28)

En este sentido, la proteína de lombriz tiene una ventaja: se puede incorporar en pequeñas cantidades, de manera imperceptible, enriqueciendo los alimentos de consumo habitual bajo la forma de harina. Esta contiene del 62 al 82% de proteína de excelente

calidad y la totalidad de los aminoácidos esenciales, superando a la harina de pescado y la soya. (30)

## **1.4 VERMIHARINA DE LOMBRIZ**

### **1.4.1 FUENTE DE PROTEÍNAS**



**FOTOGRAFÍA Nº2 VERMIHARINA**  
Fuente: <http://carlosbravo.wordpress.com/2010/05/18/harina/>

La posibilidad de transformar en carne de alto valor proteico los desechos orgánicos, que en muchos casos hoy constituyen un problema ecológico, es tal vez uno de los aspectos más fascinantes de la Lombricultura. (30)

La composición de la harina de lombriz, con un % significativo de proteínas de alto valor biológico, hace que este anélido aparezca como una de las posibles soluciones a los problemas nutricionales que tiene la humanidad.

En este sentido, la proteína de lombriz tiene una ventaja: Se puede incorporar en pequeñas cantidades, de manera imperceptible, enriqueciendo los alimentos de consumo habitual bajo la forma de harina. Esta contiene del 50 al 60% de proteína de excelente calidad y la totalidad de los aminoácidos esenciales. De otra parte, la cría de lombriz para fabricar alimentos balanceados crece, ya que su harina resulta eficaz en el engorde de ganado, cerdos, pollos. (28)

#### 1.4.2 OBTENCIÓN DE VERMIHARINA

En primer lugar hay que separar lo mejor posible a las lombrices de su medio. Esto conviene hacerlo a mano o empleando una malla de alambre tejido.

Luego se purga a las lombrices durante un día con un alimento basado en gelatina o en harina de maíz fina (sémola) con una humedad similar a la del alimento.

Se sacrifican a los animales en una solución salina (dos cucharadas de sal en un litro de agua).

Finalmente, se secan al sol y se muelen. El resultado es un polvo de color amarillo de sabor agradable.

La harina de lombriz, elaborada en forma industrial, se usa principalmente para la preparación de alimentos balanceados para la explotación intensiva de gallinas y pollos lográndose una mejor conversión alimenticia que con los balanceados comerciales reduciéndose los costos de producción de un 20-40%. (4)(24)

#### 1.4.3 COMPOSICIÓN DE LA VERMIHARINA

El cuerpo de la lombriz convertido en harina, tiene una alta tasa nutritiva, integrada por proteínas en un 65 a 70%, aminoácidos y vitaminas entre las que se destacan la Lisina 7.5%, Cistina 1.5%, Metionina 2.1%, Fenilamina, Isoleucina, Leucina, Niacina, Riboflavina, Tiamina (B1), Acido Pantoteico (Complejo B), Pirodoxina (B6), Vitamina B12, Acido Fólico, etc.

#### 1.4.4 VERMIHARINA PARA ALIMENTACIÓN HUMANA

Para consumo humano, las lombrices luego de cosechadas deben purgarse con harina de trigo o maíz, logrando así que el intestino quede completamente libre de sustrato; para la obtención de la harina el procedimiento es igual al anterior pero debe extremarse el manejo de este producto cárnico para prevenir posibles contaminaciones.(2)

#### 1.4.5 OTRAS UTILIDADES DE LA LOMBRIZ

Características como el no sangrar al producirse un corte en su cuerpo y el ser totalmente inmune al medio contaminado en el cual vive, así como la alta capacidad de regeneración de sus tejidos, son motivo de investigación científica, en medicina, para aplicar en los seres humanos.

Además del colágeno presente en las lombrices, la industria farmacéutica extrae otros productos base. A partir del líquido celomático, contenido en el celoma, se han producido antibióticos de uso humano para combatir enfermedades como el tifus. (3)

### 1.5 HARINA

#### 1.5.1 CONCEPTO



FOTOGRAFÍA Nº 3 HARINA

FUENTE: <http://www.ua.all.biz/es/g323683/>

La harina (término proveniente del latín *farina*, que a su vez proviene de *far* y de *farris*, nombre antiguo del farro) es el polvo fino que se obtiene del cereal molido y de otros alimentos ricos en almidón.

Se puede obtener harina de distintos cereales. Aunque la más habitual es harina de trigo (cereal proveniente de Europa, elemento habitual en la elaboración del pan), también se hace harina de centeno, de cebada, de avena, de maíz (cereal proveniente del continente americano) o de arroz (cereal proveniente de Asia).

Existen harinas de leguminosas (garbanzos, judías) e incluso en Australia se elaboran harinas a partir de semillas de varias especies de acacias (harina de acacia). El denominador común de las harinas vegetales es el almidón, que es un carbohidrato complejo.

En Europa suele aplicarse el término *harina* para referirse a la de trigo, y se refiere indistintamente tanto a la refinada como a la integral, por la importancia que ésta tiene como base del pan, que a su vez es un pilar de la alimentación en la cultura europea. El uso de la harina de trigo en el pan es en parte gracias al gluten.

El gluten es una proteína compleja que le otorga al pan su elasticidad y consistencia.  
(15)

### 1.5.2 HARINAS DE ORIGEN ANIMAL

Existen harinas de origen animal que se utilizan como aporte de proteínas, algunos de ellos obtenidos a partir de subproductos de la industria cárnica.

- Harina de huesos
- Harina de sangre
- Harina de plumas o pelo y pezuñas

- Harina de pescado
- Harina de lombriz (24)

## **1.6 ALIMENTO PROTEICO**

### **1.6.1 CONCEPTO**

En este grupo se encuentra un sub-grupo muy heterogéneo de alimentos que tienen como denominador común su riqueza en proteínas, casi siempre de alto valor biológico. Por otra parte, algunos de ellos también son ricos en grasas, por lo que su consumo debe ser moderado.

Las carnes, los pescados, los huevos y los lácteos son la principal fuente de proteínas de alto valor biológico de la dieta en los países industrializados. A igualdad de porción comestible, el valor nutritivo de las carnes es el mismo, cualquiera que sea el animal de procedencia.

Los pescados tienen un gran interés nutricional y unas ventajas claras sobre las carnes: su valor calórico es escaso, su densidad proteica es similar a la de las carnes y su mayor cualidad reside en su contenido en ácidos grasos poliinsaturados, omega 3 con propiedades cardioprotectoras. Los productos congelados son nutritivamente iguales a los frescos.

Los frutos secos en pequeñas cantidades son un excelente complemento dietético, pues aportan proteínas, calcio, magnesio, hierro, zinc y vitamina B1. Dado su alto contenido calórico, deben sustituir a otros alimentos proteicos o grasos, como mantequilla, carnes, tocino, embutidos, etcétera. Y no tomarlos como aperitivos o para picar.

El huevo es un excelente alimento, cuyo consumo debe controlarse en personas con dislipemia. Si se toma queso o huevos, se debe sustituir por carne o pescado, no se consumirá además de ellos. Se debe intentar comer más pescado que carne y procurar

reducir lo más posible las vísceras y los embutidos por su alto contenido en grasas saturadas.

Es recomendable el consumo de hígado u otras vísceras una o dos 2 veces al mes por el gran contenido en vitamina B12, A, D y fólico. Un filete de hígado aporta dos veces el requerimiento diario de vitamina A de un adulto y casi la necesidad total de hierro. (22)

### 1.6.2 PROTEÍNAS EN ALIMENTOS

En cuanto a la estructura, de las proteínas, se pueden distinguir tres aspectos fundamentales:

a) Estructura primaria con secuencia fija de aminoácidos en cadenas con uniones peptídicas, de tipo desulfuro: -S-S- y puentes de estrés fosfóricos; b) Estructura secundaria, en que las cadenas de aminoácidos adquieren una configuración espacial en forma helicoidal, determinada por acciones recíprocas entre los grupos -CO-NH-; c) Estructura terciaria, con una arquitectura espacial determinada por diversos tipos de enlaces (iónicos, covalentes, de H y debidos a fuerzas de van der Waals) que actúan entre los aminoácidos residuales, pertenecientes a varias cadenas helicoidales, y d) Estructura cuaternaria, formada por cadenas de estructuras globulares, manteniendo su estructura terciaria; la presentan algunas proteínas de gran importancia biológica, como la hemoglobina.

Como es sabido, las proteínas ingeridas con los alimentos se desdoblan por la digestión en sus aminoácidos integrantes, los que son aprovechados por el organismo, después de la absorción, para construir sus proteínas. Una proteína ideal suministraría, entonces, al organismo todos los aminoácidos en las proporciones más adecuadas para sus necesidades, de manera que podría ser utilizada con muy pocas pérdidas. De esto se desprende el hecho muy importante que el problema de satisfacer las necesidades proteicas del organismo por la alimentación, consiste más que en el aumento del total de las proteínas ingeridas en el suministro de sus aminoácidos en cantidades y proporciones requeridas, pues la síntesis de las proteínas tisulares exige la ordenación de los aminoácidos en las posiciones justas y en el tiempo exacto.

Son las proteínas del huevo entero las que más se aproximan al concepto de la proteína ideal, mientras ve las de los demás alimentos proteicos, aunque contengan todos los aminoácidos esenciales (o sea, que el organismo no puede sintetizar en cantidades y a velocidad suficientes), los poseen en proporciones menos satisfactorias, de manera que dejan mayores desperdicios, al formar las proteínas tisulares. Con el objeto de poder comparar en este sentido las diversas proteínas de la dieta, la FAO ha propuesto un Patrón de Referencia que es una lista con la proporción óptima de aminoácidos que, aunque no corresponde exactamente a las proporciones en que existen en las proteínas del huevo y de la leche, se les asemeja.

El valor biológico de las proteínas se expresa por los g de proteína corporal que pueden ser reemplazados por 100 g de una proteína de la dieta. La proteína "ideal" tendría entonces un valor de 100 y una hipotética sin aminoácidos esenciales, un valor de 0. Las proteínas de huevo tienen un valor de 94; de leche: 85; de soya: 72, y de pan: 49.

La diferencia entre 100 y el valor biológico de una proteína indica, entonces, la proporción desechada para construir proteínas tisulares y que sólo se usa como combustible, cuando se ingiere esa proteína sola, al no complementarla con sus aminoácidos limitantes (proteína de lujo). En cambio, esa porción aminoacídica puede ser de, gran valor cuando en una dieta mixta se puede combinar, en forma favorable, con los residuos aminoacídicos de otra proteína, logrando así un contenido bien balanceado de sus aminoácidos integrantes.

Ejemplos al respecto son las suplementaciones mutuas entre proteínas de "cereales y leche o "pan y queso" en que las proteínas lácteas proporcionan lisina y triptofano, mientras que los cereales y derivados son relativamente ricos en metionina. Algo parecido sucede con la relación adecuada de cereales y leguminosas (arroz y habichuelas; lupino con trigo y avena); en estas suplementaciones se basa también la preparación de alimentos proteicos de origen vegetal y la adición de harina de pescado a la de panificación. (30)



### 1.6.3 IMPORTANCIA DE LOS ALIMENTOS PROTEICOS

Su nombre deriva del griego "protos" que significa primero o principal; las proteínas están constituidas por aminoácidos. El Food and Nutrition Board de EEUU recomienda un aporte cotidiano de 0,9 gramos de proteínas por Kilo de peso corporal y día, valor que aproximadamente es el doble del requerimiento mínimo de proteínas de referencia.

La misma organización admite que el lactante, cuando la lactancia materna es suficiente, recibe bastantes proteínas aunque el aporte sea apenas superior al requerimiento mínimo. En el cuerpo humano las proteínas forman cerca la mitad de los materiales orgánicos y son indispensables para la formación de hormonas y fermentos.

La vida ocasiona un continuo desgaste de las proteínas de los tejidos y es preciso repararlas. Creer que los adultos, por haber terminado su crecimiento, no precisan apenas proteínas es un error difundido entre algunos vegetarianos, con grave perjuicio para la salud; cuando el cuerpo no recibe diariamente las proteínas que necesita para la formación de los tejidos, busca en sus propios tejidos las proteínas que le faltan, produciéndose una desintegración de las proteínas orgánicas y pérdida de masa muscular.

De los 18 aminoácidos que contienen las proteínas alimentarias, 10 son esenciales, es decir, que no son sintetizados por el organismo: Fenilalanina, Isoleucina, Leucina, Lisina, Metionina, Treonina, Triptófano, Valina, Histidina, Argidina y 6 son no esenciales, ya que pueden ser sintetizados en el organismo, Acido aspártico, Alanina, Glicocola, Prolina, Serina, Acido glutámico. (25)

## 1.7 TRUCHA

### 1.7.1 GENERALIDADES



FOTOGRAFÍA N° 4 TRUCHA  
FUENTE: [http://www.galeon.com/percy101/la\\_trucha.htm](http://www.galeon.com/percy101/la_trucha.htm)

Las truchas son peces de la subfamilia *Salmoninae*; el nombre se usa específicamente para peces de tres géneros de dicha subfamilia: *Salmo*, que incluye las especies Atlánticas, *Oncorhynchus* que incluye las especies del Pacífico, y *Salvelinus*. (16)

El 1928 se importaron 60.000 ovas de trucha para un programa de piscicultura del Club Nacional de Casa y Pesca y la Dirección de pesca. Se encuentra distribuida en toda la serranía y zona templada fría del Oriente Ecuatoriano. (8)

### 1.7.2 CARACTERÍSTICAS

Las truchas se encuentran normalmente en aguas frías y limpias de ríos y lagos. Las aletas carecen de espinas, y todas las especies tienen una pequeña aleta adiposa en el lomo, cerca de la cola. Las poblaciones aisladas presentan diferencias morfológicas. Sin embargo, muchos de estos grupos no muestran divergencias genéticas significativas, por lo que los ictiólogos los consideran como simples variedades de un número de especies mucho menor.

La trucha del oeste de los Estados Unidos es un buen ejemplo de esto. La trucha brook o marrón, la aurora y la extinta trucha plateada tienen características físicas y de coloración que permite distinguirlas fácilmente. El análisis genético muestra, sin embargo, que se trata de una única especie, *Salvelinus fontinalis*.

La trucha arco iris, de lago, toro y marrón o café también forman parte de este grupo. La mayoría de las truchas sólo se encuentran en agua dulce, pero unas pocas, como la cabeza de acero (o *steelhead*) (*Oncorhynchus mykiss*) que es la misma especie que la trucha arco iris pasa su vida adulta en el océano y vuelve a desovar en el río donde nació.

Las truchas tienen el cuerpo lleno de espinas, pero su carne es muy sabrosa. Además es un animal que lucha tenazmente cuando se lo pesca con caña, por lo que son muy cotizadas para la pesca deportiva. Por su popularidad son criadas a menudo en piscifactorías y posteriormente reintroducidas en ríos, lagos y pantanos para su pesca.

Entre las diferentes especies de truchas se encuentran: la trucha marrón (*Salmo trutta*), también llamada en España "trucha común" por ser la autóctona del país, trucha arco iris (*Oncorhynchus Mykiss*), trucha dorada ( *Oncorhynchus mykiss aguabonita*), trucha degollada Lahontan (*Oncorhynchus clarki henshawi*), trucha degollada Bonneville (*Oncorhynchus mykiss clarki*).<sup>(32)</sup>

### 1.7.3 ORIGEN DE SU NOMBRE

#### 1.7.3.1 Nombre común

Trucha arco iris, tiene su origen en el color de una franja rojiza anaranjada sobre la línea lateral del cuerpo.

### 1.7.3.2 Nombre científico

*Oncorhynchus mykiss*. Antes se usaba el nombre científico de *Salmo* por Smith Stearley y fue incluido a género de *Oncorhynchus* al que pertenece actualmente. (8)

## 1.7.4 MORFOLOGÍA Y ECOLOGÍA

### 1.7.4.1 Biología de la especie

**TABLA Nº 2 BIOLOGÍA DE LA TRUCHA**

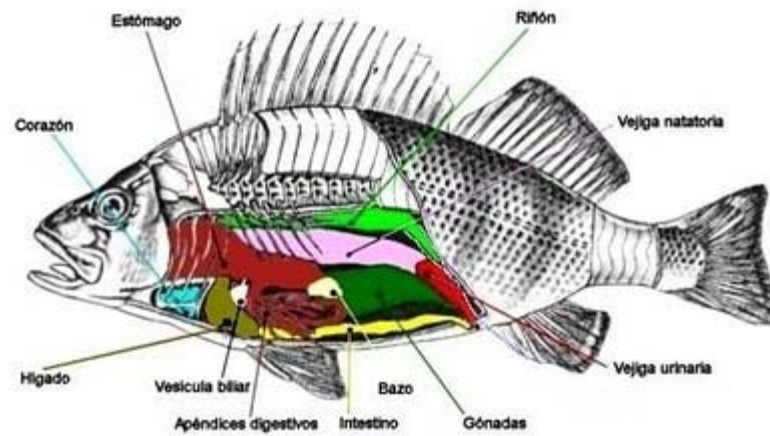
Nombre de la familia	Salmonidea
Nombre científico	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
Nombre común	Trucha arco iris
Rango de peso adulto	1000 a los 3000 gramos
Edad de madurez Sexual	Machos (15 a 24 meses)
	Hembras (10 a 20 meses)
Numero de desoves	Anual
Numero de huevos / hembra / desove/ Kilogramos o de peso	En buenas condiciones , mayor de 100 huevos hasta un promedio de 1500 dependiendo de la edad
Vida útil de los reproductores	2 a 5 años
Tipo de incubación	Extrema
Tiempo de incubación	28 a 32 días a una temperatura de 10 C
Tipos de cultivo en engorde	En buenas condiciones de 7 a 12 meses, cuando se alcanza un precio comercial de 350 a 450 gr. (dependiente de la temperatura del agua, variación de temperatura día vs noche, densidad de siembra y técnica de manejo)

FUENTE: Manual de manejo y crianza de trucha arco iris

### 1.7.4.2 La forma

La forma de la trucha es fusiforme y aerodinámica, por ser un pez gran nadador para vivir en los ríos y riachuelos. (8)

### 1.7.5 ANATOMÍA



**FIGURA Nº 2 ANATOMÍA DE LA TRUCHA**  
FUENTE: <http://maye9307.blogspot.com/2011/03/pescados.html>

### 1.7.6 HABITAT

La trucha arco iris habita en zonas de agua fría y limpias con oxígeno ricamente disuelto.

Viven aproximadamente de 10 a 15 años, alcanzando una longitud de 1.22 cm. y 16 Kg. de peso.

### 1.7.7 CRECIMIENTO

La diferencia del crecimiento está influida directamente por los factores de la cantidad y calidad de los alimentos, además del factor importante que es la temperatura del agua; cuando más alta la temperatura más rápido será el crecimiento siempre que la temperatura esté dentro del marco adecuado.(8)

### 1.7.8 ALIMENTACIÓN

El hábito de alimentación de la trucha en aguas naturales es carnívoro e insectívoro y su alimento consiste principalmente en peces pequeños y crustáceos.

El color de la carne tiene estrecha relación con su alimentación, así cuando la trucha se alimenta de los insectos acuáticos que tiene en su organismo unos pigmentos naturales, la carne toma el color rosado. (8)

#### **1.7.8.1 Cantidad de los alimentos**

La cantidad adecuada dependerá de la clase de alimento, la temperatura del agua, la calidad de agua, el estado y el tamaño de los peces. Cuando son pequeños consumen bastante en relación a su tamaño, en contraste, cuando son grandes la cantidad es pequeña en comparación a su cuerpo. Si se les administra la cantidad requerida por los peces, el crecimiento es rápido, pero por otra parte la pérdida es mayor y la acumulación de las sobras puede ser una de las causas de las enfermedades. La administración de 80% del requerimiento es más económica y la eficiencia de alimento es buena.

#### **1.7.8.2 Frecuencia de alimentación**

Durante la etapa de alevinaje la alimentación debe ser frecuente, disminuyendo el número de veces a medida que van creciendo.

- Los alevinos en la etapa de adaptación el alimento; 8 - 10 veces al día.
- Los alevinos y las truchillas de 1 - 20 g; 4 veces al día.
- Los peces superiores a 20 g; 2 veces diarias, en la mañana y en la tarde.

### **1.7.8.3 Cuidados en la administración de los alimentos**

El tamaño del alimento balanceado debe ser del grosor que le permita una fácil deglución; si son muy pequeños ocasiona la pérdida de los mismos por la disolución y si son muy grandes los peces no comen bien con la consiguiente pérdida de los alimentos.

De acuerdo a las diferentes etapas de crecimiento de los peces, el alimento balanceado varía también; en polvo, partícula diminuta y pellet. El uno de que se sedimenta inmediatamente y el otro que flota por inflarlo durante el proceso de fabricación (tipo extruido).

La trucha arco iris es una especie que se caracteriza por capturar su alimento que busca y ve con sus ojos, así en un río captura los insectos acuáticos que vienen aguas abajo o los insectos que caen a la superficie del agua y casi nunca come los alimentos que se encuentran en el fondo del agua como ocurre con la tilapia y la carpa. Es decir, los alimentos que no son comidos y caen al fondo por forma inadecuada de alimentación en un estanque, estos se echan a perder sin ser comidos por la trucha arco iris.

Para un cultivo eficaz sin pérdida de los alimentos hay que observar bien los movimientos de los peces en el momento de alimentación y esparcir los alimentos de tal manera que todos puedan comer. En casos de un estanque a alta velocidad de corriente de agua, la alimentación cerca del desagüe puede significar una pérdida de los alimentos puesto que estos son llevados por la corriente sin ser comidos por los peces, pues entonces, la alimentación se hará en la parte alta de la corriente.

### **1.7.8.4 Requerimientos nutritivos**

Existen 5 componentes básicos que son necesarios para su alimentación; las proteínas, hidratos de carbono, grasas, vitaminas y minerales.

#### **1.7.8.4.1 Proteínas**

Constituyen los componentes principales para la formación de los diferentes órganos del cuerpo y son los nutrientes más importantes para el crecimiento y la protección de la vida. La trucha por ser carnívora requiere mayor cantidad de proteínas de origen animal en comparación a los peces omnívoros o herbívoros como la carpa, la tilapia, etc. (8)

Las proteínas están formadas por cadenas de aminoácidos y dentro de una variedad de aminoácidos existentes, son diez los necesarios para el crecimiento y conservación de la vida de los animales son llamados aminoácidos indispensables o esenciales también requeridos por la trucha, estos son: arginina, histidina, isoleucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano. y valina. Generalmente estos aminoácidos están presentes en las proteínas animales por lo que son usadas constantemente para preparar alimentos de trucha.

Las carnes frescas, vísceras y alimentos en polvo de origen animal (de pescado, hueso, hígado, sangre) contienen mayor cantidad de proteína que los alimentos vegetales y su valor biológico es también mayor.

La proporción adecuada de las proteínas en el alimento es de 45 a 55% (según el grupo investigador de la técnica de truchicultura, Japón). Según la edad, estas son las proporciones de proteína administrada en los alimentos para trucha:

Alevines: 45 - 55%      Juveniles: 40 - 50%      Engorde: 37-45%

La proteína para alimentación de peces debe provenir de harina de pescado de alta calidad para compensar las carencias de aminoácidos esenciales que no proporcionan las harinas vegetales.



#### **1.7.8.4.2 Hidratos de carbono**

Son necesarios como fuente de energía. Los cereales como el trigo, cebada, maíz y salvado de arroz son los más utilizados sean en forma molida y mezclada a alimentos balanceados o cocidas y administradas junto con otros las especies de trigo tienen además el papel de aglutinante para dar a los alimentos la forma que facilite la administración y la deglución.

La trucha absorbe sólo el 40 % de almidón crudo, si es cocido aumenta al 60 %.

El consumo exagerado de carbohidratos puede causar la muerte del pez, observándose en la disección el hígado hinchado y pálido por el exceso de glucógeno. La trucha como otros animales carnívoros es parcialmente diabética.

La proporción adecuada de carbohidratos en los alimentos balanceados de trucha es de 9 a 12%.

Es necesario balancear la cantidad de carbohidratos con relación a la de las vitaminas y minerales para evitar el daño por exceso.

#### **1.7.8.4.3 Grasas**

Son otros componentes infaltables como fuente de energía, así como también la fuente de suministro de los ácidos grasos indispensables y vitaminas liposolubles. Sirven para estructurar las membranas, nervios y hormonas.

La grasa en la dieta de la trucha debe ser digestible, con un punto de fusión bajo y posee ácidos grasos polisaturados entre ellos: linolénico y araquidónico.

Para la preparación de los alimentos balanceados artificiales se utilizan la harina de pescado desgrasada, por lo que frecuentemente las grasas son complementadas con la adición de aceite de pescado. La cantidad adecuada del agregado de aceite es de 8 - 12%.

La oxidación del aceite causa enfermedades viscerales, e impide el crecimiento, por lo que es necesario añadir antioxidantes.

#### **1.7.8.4.4 Minerales**

Los minerales son importantes en la formación de los huesos, dientes y sangre. El requerimiento de minerales es muy reducido, y son asimilados del alimento y del agua.

Los macrominerales: Cl, Na, Ca, P, Mg, K y S deben estar presentes entre el 0.1 al 2% del peso seco de la dieta. Los microminerales que se encuentran en cantidades mínimas son: Fe, I, Co, Mn, Mo, Se, Zn. etc. (8)

#### **1.7.9 INCUBACION**

Comprende desde el momento de la fertilización hasta la eclosión (salida de alevines del huevo).

Desde el momento de la fecundación hasta la aparición del saco vitelino transcurren aproximadamente 28 a 32 días (varía de acuerdo a la temperatura del agua).

Es importante en esta fase la limpieza permanente de huevos muertos o infértiles (sifón o pinzas) para mantener libre de Saprolegnia a los huevos viables los que se limpian después del cuarto día de fertilización.

#### 1.7.10 ALEVINAJE



**FOTOGRAFÍA Nº 5 ALEVINES DE TRUCHA**

FUENTE: <http://www.mdzol.com/2008/10/30/nota/80279/>

##### **1.7.10.1 Después de eclosionar**

En la mayoría de los casos, una vez comenzada la eclosión (normalmente 6-7 días después de llegar), las ovas Troutlodge tomarán 2 a 4 días hasta que todas eclosionen. El tiempo exacto hasta la eclosión de todas las ovas depende de las temperaturas del agua, las condiciones del criadero y el lote individual de ovas. Una vez más, es importante retirar las cáscaras que dejan atrás las ovas eclosionadas. (17)

Alcanzan de 3 a 5 cm. Aproximadamente a los cuarenta días, aquí están listos para ser trasladados a los estanques de pre cría. (8)

En la improbable situación que se produzca eclosión prematura ya sea en la caja o inmediatamente después del traspaso al criadero, es importante intentar salvar esos peces.

Aunque estén naciendo temprano, en la mayoría de los casos son peces viables, que con el cuidado apropiado se comportarán y crecerán como si hubiese eclosionado según lo esperado.

El próximo paso depende del tipo de incubadora usada. Si se usan bateas horizontales, los alevines de saco deben ser transferidos a las unidades de cultivo al poco tiempo

después de completada la eclosión. Muchos piscicultores simplifican este proceso usando aperturas oblongas en el fondo de los canastillos, lo que permite a los alevines de saco bajar a través de las rejillas hasta la batea de incubación.

Si se usan jarros de flujo ascendente, el flujo naturalmente impulsará a los alevines de saco fuera del jarro hasta la unidad de crianza. Además el flujo ascendente expulsará las cáscaras, facilitando la limpieza de la unidad de incubación.

Si se usan incubadoras verticales, no hay inconveniente en dejar a los alevines de saco en las bandejas hasta que comiencen a nadar, luego de lo cual deben ser transferidos cuidadosamente a unidades de crianza más grandes. (18)

#### **1.7.10.2 Primera alimentación**

Una vez que las ovas han terminado de eclosionar, tomarán 10 a 14 días para absorber su saco vitelino antes de comenzar a nadar y comer una dieta comercial. La presentación inicial del alimento y su aceptación por el pez marcan una etapa crítica del avance en el cultivo de la trucha. El tamaño, forma, ración y método de presentación del alimento y la frecuencia de alimentación juegan todos, un papel importante en la producción de alevines de trucha arco iris de rápido crecimiento y buena salud. (21)

#### **1.7.11 DEDINAJE**

Etapa comprendida a partir de alevines de 5 cm. de longitud o 2 g. de peso hasta los 13cm. o 40 g. de peso aproximadamente, esta talla y peso es alcanzada en un periodo aproximado de 60 días.

En esta fase se los ubica en estanques rectangulares con longitudes promedios de 8 a 15 mt. de largo por 1.0 a 2.0 mt. de ancho y profundidad promedio de 1.0 m t. También puede utilizarse estanques circulares con un promedio para esta fase entre los 4 a 7 mt.

De diámetro, piso inclinado a una pendiente de 2 a 4% sifón central para crear movimiento circulares a profundidad 1.0 mt.

#### 1.7.12 LEVANTE

Esta fase comprende a partir de los 30 g. (14 cm.) hasta los 60 g. (18 cm.), peso y talla alcanzados en un periodo de aproximados de 100 días.

Se utilizan estanques con las mismas características que la anterior fase de desarrollo.

#### 1.7.13 ENGORDE

Esta fase está comprendida a partir de los 60 g. (18 cm.) hasta el peso de comercialización que se proyecte (250 a 450 g.) talla y peso alcanzados en un periodo de más o menos 160 días los 60 g. (18 cm).

### 1.8 LIOFILIZACIÓN



**FOTOGRAFÍA N°6 LIOFILIZADOR**

FUENTE: [http://www.fcfrp.usp.br/dcf/laprofar/paginas/lab\\_infraestrutura.htm](http://www.fcfrp.usp.br/dcf/laprofar/paginas/lab_infraestrutura.htm)

#### 1.8.1 CONCEPTO

La liofilización es un proceso de deshidratación de productos bajo baja presión (vacío) y moderada temperatura. En la liofilización no ocurre la evaporación del agua a partir del estado líquido (normal en procesos de secados) sino la sublimación del hielo. Por este motivo los productos deben permanecer obligatoriamente solidificados (congelados) durante el secado.

La liofilización es un conjunto de procesos (no solo el secado) y en ello el material resultante se presentará seco, pero con todas las características del producto original - forma, color, aroma, sabor y textura estarán preservados en el producto seco. Eso diferencia y destaca el proceso de liofilización de los otros utilizados en deshidrataciones. (26)

#### 1.8.2 VARIABLES EN EL PROCESO DE LIOFILIZACIÓN

En los sistemas de liofilización el material congelado es colocado en bandejas. Se da lugar al inicio de vacío en una cámara hermética comenzando así la sublimación del hielo y el flujo de vapor pasa a través de la cámara al condensador. El calor es suministrado a través de platos o placas calefactoras, por conducción o radiación.

La variable más importante del proceso es la presión: su incremento aumenta la transferencia de calor a expensas de una mayor resistencia a la transferencia de masa.

Otra condición importante es la temperatura de las placas calefactoras que afecta la velocidad de la transferencia de calor de la superficie del material congelado.

La temperatura del condensador es otra variable a controlar porque afecta la fuerza impulsora de la presión de vapor de agua para la transferencia de masa.

Hay limitaciones importantes en las temperaturas de la superficie y de la interfase del material. Los parámetros de operación mencionados deben garantizar que ninguna de estas dos temperaturas supere los valores críticos del material a secar durante el período de liofilización.

### 1.8.3 ETAPAS DE LA LIOFILIZACIÓN

La liofilización involucra varias etapas:

- Congelación (y acondicionamiento en algunos casos) a bajas temperaturas.
- Secado por sublimación del hielo (o del solvente congelado) del producto congelado, generalmente a muy baja presión.
- Almacenamiento del producto seco en condiciones controladas.

### 1.8.4 USOS DE LA LIOFILIZACIÓN

Industrialmente, se liofilizan alimentos “instantáneos” como sopas y cafés, frutas finas y tropicales como frambuesas.

También se puede liofilizar para conservación de Materiales no vivientes tales como plasma sanguíneo, suero, soluciones de hormonas, productos farmacéuticos biológicamente complejos como vacunas, sueros y antídotos.

Además microorganismos simples destinados a durar largos períodos de tiempo sin heladera, como bacterias, virus y levaduras.

El proceso no es apto para células de tejidos blandos, que si bien se pueden liofilizar, pierden su viabilidad en el proceso. (26)

## **CAPÍTULO II**

### **2 PARTE EXPERIMENTAL**

#### **2.1 LUGAR Y PRUEBAS DE ENSAYO.**

La presente investigación se desarrolló en el Centro de Transferencia Tecnológica, laboratorios Agropecuarios CETLAP y en el Laboratorio de Fitoquímica de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en función a las determinaciones y múltiples ensayos que se realizaron.

#### **2.2 FACTORES DE ESTUDIO**

Se consideraron como factores de estudio a la vermiharina procedente de las lombrices californianas *Eisenia foetida* y al balanceado para alevines de truchas *Oncorhynchus mykiss*, elaborado con la vermiharina.

#### **2.3 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS**

##### **2.3.1 MATERIAL BIOLÓGICO**

- *Eisenia foetida* cuerpo blando, aspecto alargado, hermafroditas de color rojizas.

##### **2.3.2 EQUIPOS**

- Liofilizador
- Digestor de fibra LABCONCO
- Aparato de Goldfish o extractor de grasa



- Aparato de digestión y destilación Macro Kjeldahl
- Plancha precalcinadora
- Mufla
- Estufa de secado y esterilización (FANEM 315 SE)
- Estufa bacteriológica
- Autoclave
- Balanza técnica (ELB 300 Shimadzu)
- Balanza analítica
- Desecador
- Computadora Acer
- Cámara Digital

### 2.3.3 MATERIALES DE LABORATORIO

- Capsulas de aluminio
- Vasos de Bercellus
- Crisoles de Gooch
- Crisoles de porcelana
- Balones de Kjeldahl
- Lentejas de Zinc
- Cajas Petri
- Pipetas serológicas
- Espátula Digraskly
- Tubos de 150 x 16 mm
- Tubos durhan de 50 x 6 mm
- Refrigeradora
- Molino
- Tinas
- Cernideras
- Guantes
- Mascarillas
- Frascos

#### 2.3.4 REACTIVOS

- Solución de gelatina al 2.5%
- Solución salina al 5 %
- Ácido Sulfúrico al 7%
- Ácido sulfúrico concentrado
- Hidróxido de sodio al 22 %
- Hidróxido de sodio al 50 %
- Alcohol n-amílico
- Acetona
- Éter
- Ácido bórico al 2.5 %
- Ácido clorhídrico 0.1N
- Sulfato cúprico
- Indicador Macro Kjeldahl
- Reactivo de Kovacs

#### 2.3.5 MEDIOS DE CULTIVOS

- Agar para recuento en placa(Plate Count Agar)
- Agar Saboraud
- Caldo verde brillante bilis lactosa(BGCL)
- Caldo lactosado
- Caldo E.C
- Solución de Cloranfenicol
- Agua de triptona
- Agua de peptona al 0.1 %

## 2.4 MÉTODOS DE ANÁLISIS

- **Determinación de proteína:** Se recurrió al Método de Kjeldhal. Método volumétrico. (Método utilizado en el Centro de Transferencia Tecnológica y laboratorios Agropecuarios CETLAP).
- **Determinación de humedad:** Se utilizó el Método gravimétrico mediante la desecación en estufa de aire caliente a 105 °C durante 24 h. (Método utilizado en el Centro de Transferencia Tecnológica y laboratorios Agropecuarios CETLAP).
- **Determinación de cenizas:** Se empleó el Método de la incineración en mufla 550 °C durante 24 h. (Método utilizado en el Centro de Transferencia Tecnológica y laboratorios Agropecuarios CETLAP).
- **Determinación del extracto etéreo:** El Método usado fue Gold Fish. Método gravimétrico. (Método utilizado en el Centro de Transferencia Tecnológica y laboratorios Agropecuarios CETLAP).
- **Determinación de fibra:** Se empleó el Método de la incineración en mufla previa la digestión ácida-alcalina. (Método utilizado en el Centro de Transferencia Tecnológica y laboratorios Agropecuarios CETLAP).
- **Recuento de coliformes totales:** Se empleó la técnica del número más probable. (Método utilizado en el Centro de Transferencia Tecnológica y laboratorios Agropecuarios CETLAP).
- **Recuento de coliformes fecales:** Se utilizó la técnica del número más probable. (Método utilizado en el Centro de Transferencia Tecnológica y laboratorios Agropecuarios CETLAP).

- **Determinación de hongos y levaduras:** Se siguió la técnica del número más probable. (Método utilizado en el Centro de Transferencia Tecnológica y laboratorios Agropecuarios CETLAP).
- **Recuento de aerobios mesófilos:** Se realizó según la norma técnica del recuento estándar en placa Norma INEN 1529-5.

## **2.5 TÉCNICAS**

### **2.5.1 ELABORACIÓN DE HARINA DE LOMBRIZ**

Esta investigación se realizó en la Facultad de Ciencias, una vez obtenidas las lombrices en la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Tuvo una duración de 30 días, distribuidos entre el purgado, sacrificio, congelación, liofilizado y molienda. Se obtuvo la vermiharina tras realizar los tratamientos correspondientes.

#### **2.5.1.1 Material experimental**

- Lombriz roja californiana.
- Para el proceso de purgado: solución de gelatina al 2.5%.
- Para el sacrificio: solución salina al 5%.
- Estufa bacteriológica controlada a 57 °C.
- Molino.
- Material requerido (tinajas, cernideras, guantes, mascarilla, frascos, etc.).

#### **2.5.1.2 Procedimiento**

Se separó manualmente las lombrices del humus.

Se purgó durante 24 horas en una solución de gelatina al 2.5 %.

Transcurrido el tiempo de purgado, se sacaron las lombrices de la gelatina y se lavó con abundante agua.

Se introdujeron a las lombrices a una solución de cloruro de sodio al 5%, durante 15 minutos para desodorizar y matar.

Se lavó con abundante agua para eliminar toda la sal y se escurrió por media hora a temperatura ambiente.

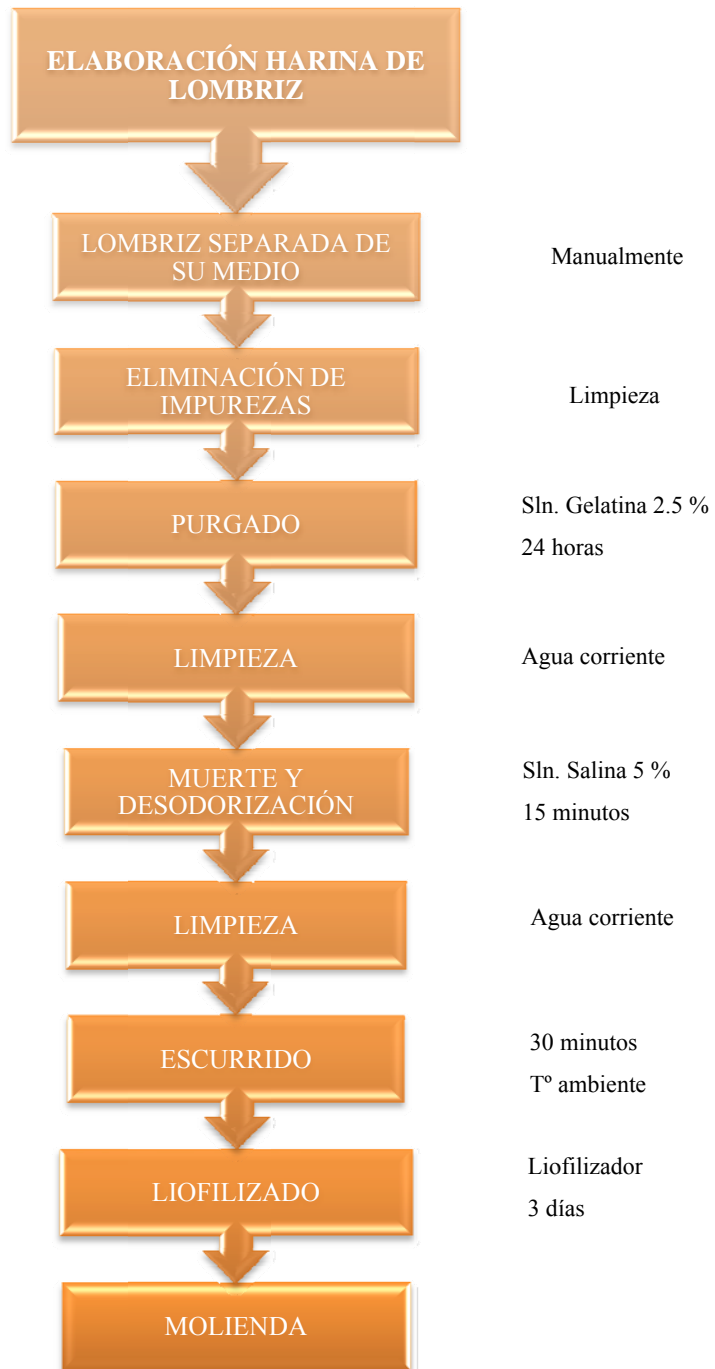
Se colocó en el liofilizador durante 3 días.

Se aplicó el proceso de molienda.

#### **2.5.1.3 Estudio de parámetros en la vermiharina**

Consiste en todos los análisis que se efectuaron a la harina de lombriz proveniente de los tratamientos; se realizaron estos análisis en los laboratorios de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y en el Centro de Transferencia Tecnológica y laboratorios Agropecuarios CETLAP.

- Determinaciones del análisis proximal.
- Determinaciones microbiológicas.



**GRÁFICO Nº 1 PROCESO DE ELABORACIÓN DE HARINA DE LOMBRIZ**  
FUENTE: JOSUÉ MOYA

## 2.5.2 ELABORACIÓN DE BALANCEADO A BASE DE HARINA DE LOMBRIZ

Esta investigación se realizó en la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, una vez obtenida la vermiharina de lombriz liofilizada. Tuvo una duración de 20 días, distribuidos entre la formulación y la elaboración del balanceado.

### 2.5.2.1 Material experimental

- Vermiharina liofilizada
- Harina de pescado
- Maíz molido
- Pasta de Soya
- Fosfato dicálcico
- Carbonato de calcio
- Homogenizador

### 2.5.2.2 Procedimiento

Se formuló el balanceado tomando como base la harina de pescado y la vermiharina.

Se consiguió las materias primas para la elaboración del balanceado.

Colocamos en el homogenizador, la harina de pescado o la vermiharina dependiendo de la formulación que se realizó, con el maíz molido y la pasta de soya.

Homogenizamos las tres materias primas.

En el homogenizado colocamos el fosfato dicálcico y el carbonato de calcio.

Volvimos a homogenizar las materias primas, con lo cual ya obtuvimos el balanceado para alevines de truchas.

### 2.5.2.3 Estudio de parámetros en el balanceado

Consistió en los análisis que se realizaron a los balanceados elaborados con Harina de pescado y con la vermiharina liofilizada; se realizaron los análisis en los laboratorios de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y en el Centro de Transferencia Tecnológica y laboratorios Agropecuarios CETLAP.

- Determinación del análisis proximal.



**GRÁFICO Nº 2 PROCESO DE ELABORACIÓN DE BALANCEADO A BASE DE HARINA DE LOMBRIZ**  
FUENTE: JOSUÉ MOYA



### 2.5.3 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA BRUTA

#### Método Macro Kjeldahl

##### 2.5.3.1 Fundamento

Sometemos a un calentamiento y digestión una muestra problema con ácido sulfúrico concentrado, los hidratos de carbono y las grasas se destruyeron hasta formar  $\text{CO}_2$  y agua, la proteína se descompuso con la formación de amoníaco, el cual intervino en la reacción con el ácido sulfúrico y forma el sulfato de amonio.

Este sulfato en medio ácido fue resistente y se destruyó con desprendimiento de amoníaco sucede solamente en medio básico; luego de la formación de la sal de amonio actuó una base fuerte al 50% y se desprendió el nitrógeno en forma de amoníaco, este amoníaco fue retenido en una solución de ácido bórico al 2.5% y titulado con HCl 0.1 N.

##### 2.5.3.2 Materiales y equipos

- Aparato de digestión y destilación Macro Kjeldahl.
- Balones de 500 mL. Kjeldahl.
- Balanza analítica.

##### 2.5.3.3 Reactivos

- Ácido sulfúrico concentrado (grado técnico)
- Hidróxido de sodio al 50%
- Ácido bórico al 2.5%
- Lentejas de zinc metálico
- Ácido clorhídrico al 0.1 N.
- Sulfato cúprico
- Indicador Macro Kjeldahl

#### 2.5.3.4 Procedimiento

Se pesó 1 g de muestra y se añadió 8 g de sulfato de sodio mas 0,1 g de sulfato Cúprico, se colocó en cada balón y se añadió 25 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado y fue llevado hasta las hornillas del Macro Kjeldahl para su digestión, luego de este tiempo fueron enfriados hasta que se cristalizó el contenido de los balones.

En cada balón con la muestra cristalizada se colocó 250 mL de agua destilada más 80 mL de hidróxido de sodio al 50% añadiendo también 3 lentejas de zinc, y se procedió a la destilación.

El amoníaco como producto de la destilación se receptó en 50 mL de ácido bórico al 2.5% hasta un volumen de 200 mL en cada matraz.

Se retiró los matraces y se colocó 3 gotas del indicador Macro Kjeldahl y se tituló con HCl al 0.1N valorado hasta obtener un cambio de color de verde a fucsia que es el punto de equilibrio, El número de mL de HCl al 0.1 N gastado se registra para el cálculo respectivo.

$$\% \text{ PB} = \frac{\text{N.HCl} \times 0.014 \times 100 \times 6.25 \times \text{mL.HCl}}{W_2 - W_1}$$

Donde:

PB= proteína bruta

w<sub>1</sub>= peso del papel solo

W<sub>2</sub>= peso del papel más muestra.

0.014= constante

6.25= constante

mL HCl= mililitros de ácido gastados.

## 2.5.4 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

Método gravimétrico por desecación en estufa de aire caliente.

### 2.5.4.1 Fundamento

La muestra se desecó hasta peso constante en una estufa de aire durante 2 horas a 105 °C.

### 2.5.4.2 Materiales y equipos

- Balanza analítica.
- Estufa a 105 °C.
- Cápsula de aluminio de 5 cm de diámetro.
- Desecador.

### 2.5.4.3 Procedimiento

Las cápsulas previamente lavadas se colocaron en la estufa para su respectivo tarado (2 horas), posteriormente se secaron al desecador por 30 minutos y se realizó el primer peso de la cápsula.

En cada cápsula se pesó 1 g de muestra problema con aproximación de 0.1 mg.

Las cápsulas más la muestra húmeda se colocaron en la estufa a 105 °C por un tiempo de 2 horas.

Luego se trasladó las cápsulas al desecador para enfriarlas por 30 minutos y se realizó este segundo peso.

Se calculó el % de humedad por diferencia de peso.

$$HH = \frac{w_2 - w_3}{w_2 - w_1} \times 100$$

Donde:

$W_1$  = Peso de la cápsula sola.

HH= Humedad higroscópica.

$W_2$ = Peso de la cápsula más muestra húmeda.

$W_3$ = Peso de la cápsula más muestra seca.

#### 2.5.5 DETERMINACIÓN DE CENIZAS

Método gravimétrico por incineración en mufla.

##### 2.5.5.1 Fundamento

Se llevó a cabo por medio de incineración seca y consistió en quemar la sustancia orgánica de la muestra problema en la mufla a una temperatura de 600 °C, con esto la sustancia orgánica se combustiona y se forma el CO<sub>2</sub>, agua, amoníaco y la sustancia inorgánica (sales minerales) se quedó en forma de residuos, la incineración se llevó a cabo hasta obtener una ceniza de color gris o gris claro.

##### 2.5.5.2 Materiales y equipos

- Crisoles de porcelana de 4.5 cm de diámetro con tapas.
- Estufa a 105 °C.
- Plancha precalcinadora.
- Desecador con sílica gel.
- Mufla (600 °C)
- Balanza analítica.

### 2.5.5.3 Procedimiento

Se tararon los crisoles y se pesó 1 g de la muestra problema.

Se colocó en la plancha precalcinadora y cuando la muestra dejó de desprender vapores, estuvieron listas para ser llevadas a la mufla.

Luego se los colocó en la mufla a una temperatura de 600 °C para realizar la incineración por un tiempo de 4 horas y se secó al desecador por 30 minutos.

Finalmente se pesó cada uno de los crisoles y se calculó el % de ceniza por gravimetría.

$$\%C = \frac{w_3 - w_1}{w_2 - w_1} \times 100$$

Donde:

C= Ceniza

W<sub>1</sub> = Peso del crisol solo

W<sub>2</sub>= Peso del crisol más muestra húmeda.

W<sub>3</sub>= Peso del crisol más ceniza

## 2.5.6 DETERMINACIÓN DE FIBRA BRUTA

Método gravimétrico por incineración en mufla previa digestión ácida- alcalina

### 2.5.6.1 Fundamento

Una muestra exenta de grasa se trató con ácido sulfúrico en ebullición y después con hidróxido sódico en ebullición. El residuo menos las cenizas se consideran fibra.

### 2.5.6.2 Materiales y equipos

- Digestor de fibra LABCONCO
- Balanza analítica
- Vasos de Bercellus de 600 mL de capacidad
- Crisoles de Gooch
- Mufla
- Estufa

### 2.5.6.3 Reactivos

- Ácido sulfúrico al 7%
- Hidróxido de sodio al 22%
- Alcohol n-amílico
- Acetona

### 2.5.6.4 Procedimiento

Se pesó 1 g de la muestra y se colocó en el vaso, se añadió 200 mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  al 7 % mas 2 mL de alcohol n-amílico; estos vasos se colocaron en las hornillas del digestor, se dejó ebullicir durante 30 minutos.

Transcurrido el tiempo se añadió 20 mL de NaOH al 22% y se dejó por unos 30 minutos exactos.

Una vez terminada la digestión alcalina se filtró el contenido de los vasos en crisoles de Gooch, se lavó con 200 mL de agua caliente, luego se añadió acetona sobre la sustancia retenida en la lana de vidrio.

Posteriormente se pasó los crisoles a la estufa por el lapso de 8 horas para secar a una temperatura de 105 °C. Se sacó al desecador y se realizó el primer peso.

Una vez pesados son llevados hasta la mufla a una temperatura de 600 °C por un tiempo de 4 horas, se realizó el segundo peso del crisol más las cenizas.

Finalmente por diferencia de pesos se realizó el cálculo de la fibra bruta.

$$\% \text{ FB} = \frac{W_3 - W_4}{W_2 - W_1} \times 100$$

Dónde.

FB= fibra bruta

$W_1$ = peso del papel solo

$W_2$ = peso del papel más muestra húmeda

$W_3$ = peso del crisol más muestra seca

$W_4$ = peso del crisol más ceniza

## 2.5.7 DETERMINACIÓN DEL EXTRACTO ETereo

Método Extracción mediante Goldfish.

### 2.5.7.1 Fundamento

Consiste en la extracción de la grasa de la muestra problema por la acción del dietiléter y determinamos así el extracto etéreo; el solvente orgánico que se evapora constantemente igual su condensación, al pasar a través de la muestra extrae materiales solubles.

El extracto se recogió en un vaso y cuando el proceso se completa el éter se destila y se recolecta en otro recipiente y la grasa cruda que se queda en el vaso se seca y se pesa.

### 2.5.7.2 Materiales y equipos

- Aparato de Goldfish o extractor de grasa
- Balanza analítica
- Estufa
- Desecador

### 2.5.7.3 Reactivos

Éter

### 2.5.7.4 Procedimiento

Se pesó 1 g de muestra en papel y se colocó en el porta dedales, fueron llevados al aparato de Goldfish y se abrió el reflujo colocando en cada vaso unos 30 ml de éter.

El tiempo óptimo para extraer la grasa (EE) fue de 4 horas, terminada la extracción se retiró los vasos del equipo y fueron llevados a la estufa a 105 °C por 30 minutos, luego se los colocó en el desecador por 30 minutos para posteriormente realizar el peso final.



Finalmente por diferencia de pesos se calculó el Extracto Etéreo.

$$\%EE = \frac{W_4 - W_3}{W_2 - W_1} \times 100$$

Donde:

EE = extracto etéreo

W<sub>1</sub> = peso del papel solo

W<sub>2</sub> = peso del papel más muestra

W<sub>3</sub> = peso del vaso solo

W<sub>4</sub> = peso del vaso más el extracto etéreo

#### 2.5.8 RECUESTO DE AEROBIOS MESÓFILOS

Método Recuento estándar en placa Norma INEN 1529-5

##### 2.5.8.1 Fundamento

Microorganismos aerobios mesófilos son aquellos que se desarrollan en presencia de oxígeno libre, a una temperatura comprendida entre los 20 y 45 °C con una zona óptima entre 30 - 40 °C. Recuento de microorganismos aerobios mesófilos "R E P".

Es la determinación del número de microorganismos aerobios mesófilos viables por gramo o cm<sup>3</sup> de muestra de alimento, se basa en la presunción de que cada microorganismo presente en una muestra de alimento, al ser inoculado en un medio sólido se desarrollará, formando una colonia individual y visible.

##### 2.5.8.2 Materiales y equipos

- Cajas petri
- Pipetas serológicas

- Balanza técnica
- Autoclave
- Estufa bacteriológica

#### **2.5.8.3 Reactivos**

Medios de cultivo:

- Agar para recuento en placa (Plate Count Agar)
- Agua peptonada al 0.1%

#### **2.5.8.4 Procedimiento**

Utilizando una sola pipeta estéril pipeteamos por duplicado alícuotas de 1 cm<sup>3</sup> de cada una de las diluciones decimales en placas petri adecuadamente identificadas. Iniciamos por la dilución de menor concentración.

Inmediatamente, vertimos en cada una de las placas inoculadas aproximadamente 20 cm<sup>3</sup> de agar para recuento en placa (PCA) fundido y templado a 45 - 2°C. La adición del medio no pasó más de 15 minutos a partir de la preparación de la primera dilución.

Delicadamente mezclamos el inóculo de siembra con el medio de cultivo imprimiendo a la placa movimientos de vaivén, 5 veces en una dirección; hicimos girar en sentido de las agujas del reloj cinco veces. Repetimos este proceso, pero en sentido contrario.

Como prueba de esterilidad vertimos la cantidad de agar en una placa que contenía el diluyente sin inocular.

Dejamos reposar las placas para que solidifique el agar.

Invertimos las placas e incubamos a 31 °C por 48-72 horas.

Pasado el tiempo de incubación seleccionamos las placas que presentaban 30-300 colonias y utilizando un contador de colonias, contamos todas las colonias que hayan crecido en el medio.

Anotamos el número de colonias y la respectiva dilución.

$$\text{REP/go cm}^3 = (n \times f) \text{ UFC}$$

Siendo:

REP = recuento estándar en placa

n = número de colonias

f = factor de dilución

UFC = unidades formadores de colonias

## **2.5.9 RECuento DE MOHOS Y LEVADURAS**

Método de Recuento siembra por extensión en superficie

### **2.5.9.1 Materiales y equipos**

- Cajas petri
- Pipetas serológicas
- Balanza técnica
- Autoclave
- Espátula Digraskly

### **2.5.9.2 Reactivos**

- Medios de cultivo
- Agar Saboraud
- Agua peptonada al 0.1 %

- Solución de Cloranfenicol

### 2.5.9.3 Procedimiento

Se añadió a cada placa petri 20mL de agar de Saboraud modificado fundido y enfriado a 45- 50 °C al que se le adicionó previamente el volumen necesario de la solución stock de cloranfenicol para obtener una concentración final de 40 ppm.

Solución stock de cloranfenicol: disolvimos 1 g de antibiótico (succinato de cloranfenicol) en 100 ml de agua destilada estéril, filtramos a través de una membrana de 0.45 um. Almacenamos en la oscuridad a 4 - 8°C, desechamos luego de un mes.

Se secó las superficies de las placas en la estufa a 50°C durante 30 minutos, sin tapa y con la superficie del agar hacia abajo.

Se preparó las muestras de alimento según lo indicado para la preparación y dilución de los homogeneizados.

Se marcó 2 placas por dilución, se tomó la más alta y se sembró en cada una 0.1 mL de dilución del respectivo tubo. Se repitió esta operación con cada dilución hasta llegar a la más concentrada, se usó siempre la misma pipeta, pero homogenizando 3 veces la dilución antes de sembrar cada placa. Se sembró mínimo 3 diluciones.

Se extendió las alícuotas de 0.1 mL sobre la superficie del medio, tan pronto como fue posible. Se dejó secar las superficies de las placas 15 minutos.

Se selló las placas con parafilm, se incubaron en posición normal a 20 -24°C durante 3 a 5 días. A temperatura ambiente durante 5 y 7 días. No se movieron las placas.

Se calculó en función del número de unidades propagadoras de hongos

$$C/go\ cm^3 = (n \times f)$$

Siendo:

C = unidades propagadoras de colonias de hongos por g o mL de alimento

n = número de colonias

f = factor de dilución

UFC =unidades formadores de colonias

#### 2.5.10 DETERMINACIÓN DE COLIFORMES TOTALES Y FECALES

Método Técnica del número más probable.

##### **2.5.10.1 Fundamento**

El método se basó en la determinación del número más probable (NMP) por la técnica de dilución en tubos, utilizando el medio líquido selectivo, caldo verde brillante bilis-lactosa.

##### **2.5.10.2 Materiales y equipos**

- Tubos de 150 x 16 mm
- Tubos durhan de 50 x 6 mm
- Pipetas serológicas
- Balanza técnica
- Autoclave
- Refrigeradora
- Estufa bacteriológica

##### **2.5.10.3 Reactivos**

- Caldo verde brillante bilis lactosa (BGCL)
- Solución de peptona al 0.1%
- Agua de triptona
- Caldo lactosado

- Caldo E.C
- Reactivo de Kovacs

#### 2.5.10.4 Procedimiento

Inmediatamente después de realizadas las diluciones con una pipeta estéril, se transfirió 1 mL de la dilución  $10^{-1}$  a cada uno de los tres tubos que contenían 10 mL de caldo lactosado y se procedió de igual forma con las otras diluciones.

Se incubó los tubos a 35 °C; transcurridas las 48 horas se notó en cada dilución como presuntos positivos todos los tubos que presentaron crecimiento con producción suficiente de gas como para llenar el tubo Durhan.

Se agitó los tubos presuntamente positivos y se transfirió 2 a 3 asadas a tubos que contengan 10 mL de caldo (BGCL) para confirmar coliformes totales, 8 mL de caldo E.C para *Escherichia coli* y en otro que contenga aproximadamente 3 mL de agua de triptona.

Se incubó estos tubos a 45 °C por 48 horas.

Al cabo de este tiempo se notó la presencia de gas en los tubos de BGCL y se añadió 2 o 3 gotas del reactivo de Kovacs a los tubos de agua triptona. La reacción es positiva para el indol si en cinco minutos se forma un anillo rojo en la superficie de la capa de alcohol amílico.

Los cultivos gas positivo en caldo verde brillante bilis lactosado incubados a 35 °C y a 45.5 °C y que produjeron indol fueron considerados coliformes fecales positivos y los cultivos gas positivo en caldo E.C fueron presuntos de *Escherichia coli*.

Reportamos NMP de coliformes / g o cm<sup>3</sup> de muestra, según las tablas del índice de NMP de bacterias cuando se utilizó tres alícuotas de 1 cm<sup>3</sup> por dilución.

Confirmamos *Escherichia coli*, mediante las pruebas IMVIC, en situaciones que justifique diferenciar las especies del grupo de coliformes fecales.

## 2.6 TIPO DE DISEÑO EXPERIMENTAL

Los tratamientos fueron sometidos a un DCA con igual repetición.

Un DCA es un modelo de diseño completamente al azar por cuanto, fue un experimento con condiciones controladas en donde se instaló un ensayo en condiciones uniforme apegado a la siguiente ecuación:

$$X_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde

$X_{ij}$  = Cualquier variable

$\mu$  = Media general

$\tau_i$  = Efecto de los tratamientos

$\varepsilon_{ij}$  = Efecto error experimental

**CUADRO N° 1 TRATAMIENTOS**

TRATAMIENTO	CÓDIGO	TUE	REPETICIONES	TOTAL DE UNIDADES EXPERIMENTALES
Balanceado con Vermiharina	tv	1	3	3
Balanceado con harina de pescado	tp	1	3	3

FUENTE: JOSUÉ MOYA

## **2.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Con los datos se tabularon y se determinaron las medias de las distintas lecturas para realizar anova, el análisis de varianza y separación de medias.

### **2.7.1 TEST DE ANOVA:**

Procedimiento estadístico que sirvió para medir la variación total de las observaciones a la que se dividió para sus componentes quedando el residuo como error experimental.

### **2.7.2 COEFICIENTE DE VARIACIÓN**

Indica el nivel de confianza que se pudo tener en los datos, un valor bajo indica que el ensayo ha sido bien planificado y ha tenido un buen manejo, en tanto que un valor alto puede ser indicador en ciertos casos de lo contrario.

### **2.7.3 PRUEBA DE SEPARACIÓN DE MEDIAS PRUEBA DE TUKEY AL 5%**

La prueba de Tukey al 5% para comprobar que todas las variables estén dentro del margen de error, y determinar las diferencias existentes entre las medias de los tratamientos realizados.



## CAPÍTULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

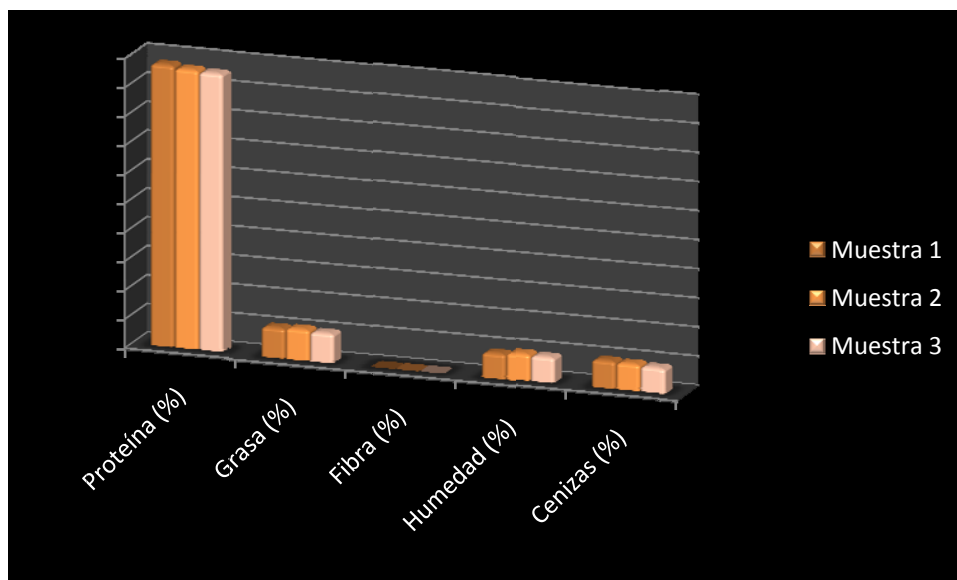
#### 3.1 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LA VERMIHARINA

Se realizó el análisis bromatológico en tres repeticiones de las cuales se obtuvieron los siguientes datos.

**CUADRO N°2 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LA VERMIHARINA**

Parámetros	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio	Desviación	Máximo	Mínimo	H.Pescado
Proteína (%)	48,67	48,22	47,98	48,29	0,35	48,67	47,98	54
Grasa (%)	5,21	5,36	5,09	5,22	0,14	5,36	5,09	14
Fibra (%)	-----	-----	-----					----
Humedad (%)	4,32	4,59	4,41	4,44	0,14	4,59	4,32	7
Cenizas (%)	4,75	4,59	4,37	4,57	0,19	4,75	4,37	12

FUENTE: JOSUÉ MOYA



**GRAFICO N° 3 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LA VERMIHARINA**  
FUENTE: JOSUÉ MOYA

Como se aprecia en el cuadro N°2 en referencia al contenido de proteína de la vermiharina podemos indicar que en la presente prueba se obtuvo un promedio de 48,29

$\pm 0,35$  % cuyo rango estuvo entre 47,98% y 48,67% lo que indicaría un buen contenido de este parámetro, es un tanto menor al que posee la harina de pescado 54%, este último utilizado en la formulación de dietas balanceadas para alimentación animal.

Del contenido de grasa de la vermiharina podemos indicar que en la presente prueba se obtuvo un promedio de  $5,36 \pm 0,14$  % cuyo rango estuvo entre 5,09% y 5,36% lo que indicaría un nivel bajo de este parámetro, ya que posee la harina de pescado 14%, este último utilizado en la formulación de dietas balanceadas para alimentación animal.

La vermiharina no presenta contenido de fibra debido a que los alimentos de origen animal no contienen este parámetro.

Del contenido de humedad de la vermiharina podemos indicar que en la presente prueba se obtuvo un promedio de  $4,44\% \pm 0,14$  % cuyo rango estuvo entre 4,32% y 4,59% lo que indicaría un nivel bajo de este parámetro, ya que posee la harina de pescado 7%, este último utilizado en la formulación de dietas balanceadas para alimentación animal.

Del contenido de ceniza de la vermiharina podemos indicar que en la presente prueba se obtuvo un promedio de  $4,57\% \pm 0,19$  % cuyo rango estuvo entre 4,37% y 4,75% lo que indicaría un nivel bajo de este parámetro, ya que posee la harina de pescado 12,0%, este último utilizado en la formulación de dietas balanceadas para alimentación animal.

De esta experiencia podemos indicar que la vermiharina presenta un nivel similar de proteína en relación con la harina de pescado, pero en los niveles de grasa, humedad, ceniza es inferior, lo que puede ser útil en relación a la humedad ya que se puede conservar por más tiempo debido a que va a existir menor crecimiento de microorganismos que deterioren la harina.

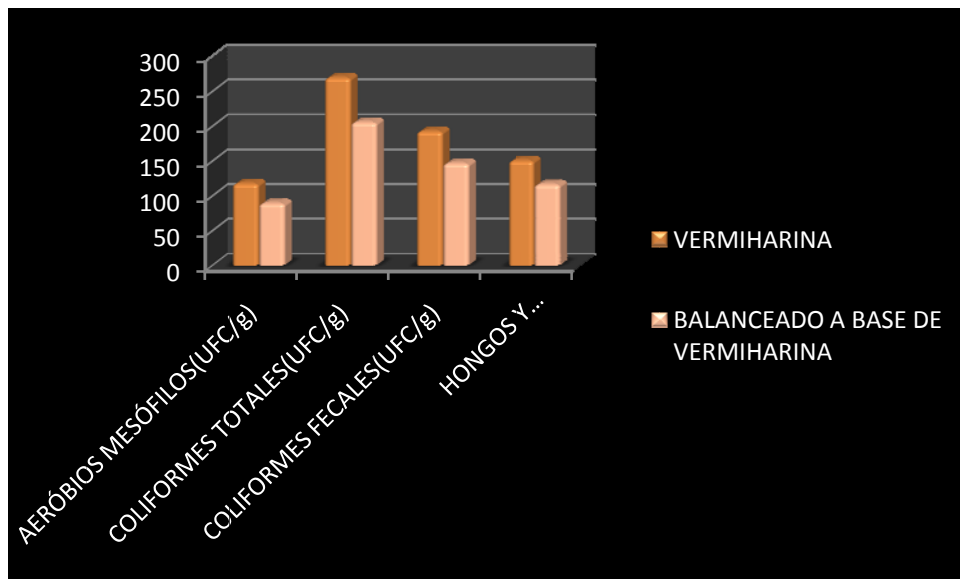
### 3.2 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA VERMIHARINA Y BALANCEADO A BASE DE VERMIHARINA

Se realizó el análisis microbiológico de la vermiharina y del balanceado a base de vermiharina donde se obtuvieron los siguientes datos.

**CUADRO N°3 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA VERMIHARINA Y BALANCEADO A BASE DE VERMIHARINA**

PARÁMETRO	VERMIHARINA	BALANCEADO A BASE DE VERMIHARINA	INEN 472
AERÓBIOS MESÓFILOS(UFC/g)	118	89,5	$10^6$
COLIFORMES TOTALES(UFC/g)	270	206	$10^4$
COLIFORMES FECALES(UFC/g)	193	147	--
HONGOS Y LEVADURAS(UFC/g)	151	116,75	$10^4$

FUENTE: JOSUÉ MOYA



**GRÁFICO N° 4 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA VERMIHARINA Y BALANCEADO A BASE DE VERMIHARINA**

FUENTE: JOSUÉ MOYA

En los parámetros analizados en el cuadro N°3 aeróbios mesófilos, hongos y levaduras en la vermiharina y en el balanceado a base de vermiharina se encontraron en los parámetros normales y coliformes totales, coliformes fecales los valores fueron altos.

De este análisis podemos indicar que la vermiharina y el balanceado a base de vermiharina presentaron niveles altos de coliformes totales y coliformes fecales los

cuales debían ser negativos según la norma INEN 472 para harina de pescado para consumo animal, esto pudo haber sido por la crianza, manipulación, purgado de las lombrices (*eisenia foetida*) y manufactura del balanceado.

### 3.3 COMPARACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL DE BALANCEADOS COMERCIALES VS BALANCEADO A BASE DE VERMIHARINA

Se realizó la comparación del estado nutricional de dos balanceados comerciales vs el balanceado a base de vermiharina de las cuales se obtuvieron los siguientes datos.

#### 3.3.1 Variable proteína

**CUADRO N°4 COMPARACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL DE BALANCEADOS COMERCIALES VS BALANCEADO A BASE DE VERMIHARINA, VARIABLE PROTEÍNA**

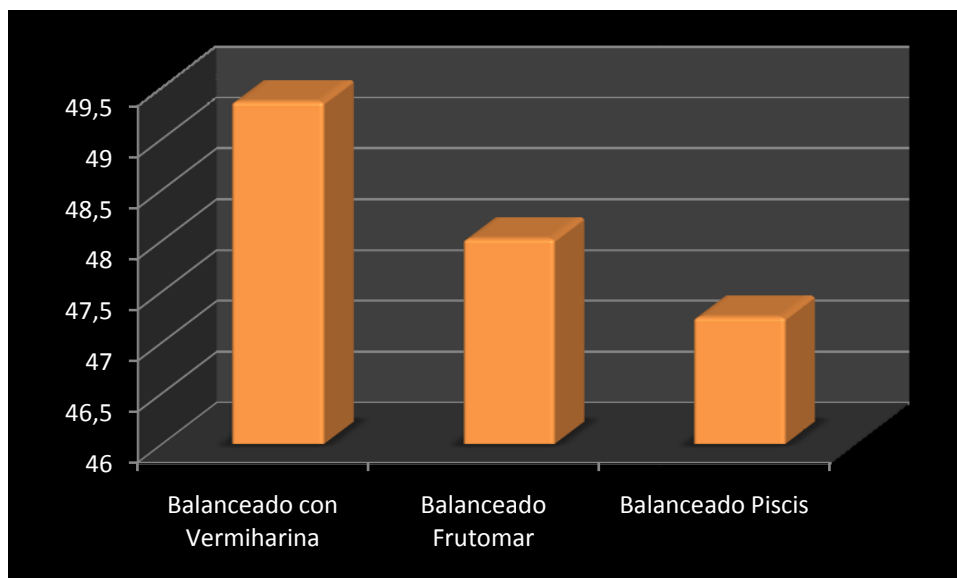
<b>Fuente</b>	<b>G.L.</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>F-Calc.</b>	<b>Pr &gt; F</b>
Total	8	9.27382222			
Tratamientos	2	6.91368889	3.45684444	8.79*	0.0165
Error	6	2.36013333	0.39335556		
<b>Coefficiente de Variación</b>		<b>1,30%</b>	<b>Media General</b>	<b>48,21</b>	

FUENTE: JOSUÉ MOYA

**CUADRO N°5 PRUEBA DEL RANGO ESTUDENTIZADO DE TUKEY (HSD) PARA PROTEÍNA**

<b>Tukey</b>	<b>Media</b>	<b>Tratamientos</b>
A	49,37	Balanceado con Vermiharina
AB	48,02	Balanceado Frutomar
B	47,25	Balanceado Piscis

FUENTE: JOSUÉ MOYA



**GRÁFICO Nº 5 COMPARACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL DE BALANCEADOS COMERCIALES VS BALANCEADO A BASE DE VERMIHARINA, VARIABLE PROTEÍNA**

FUENTE: JOSUÉ MOYA

En el análisis de variancia del cuadro Nº 4, se puede advertir que existieron diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ) en referencia al contenido de proteína; por su parte en la separación de medias según Tukey cuadro Nº 5, podemos encontrar que no hubieron diferencias marcadas entre el balanceado con vermiharina y el Frutomar ya que alcanzaron igual comportamiento en el contenido de proteína (49,37 y 48,02% respectivamente); sin embargo en el balanceado Piscis se apreció un valor de 47,25% siendo superado estadísticamente solo por la dieta a base de Vermiharina.

### 3.3.2 Variable grasa

**CUADRO Nº6 COMPARACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL DE BALANCEADOS COMERCIALES VS BALANCEADO A BASE DE VERMIHARINA, VARIABLE GRASA**

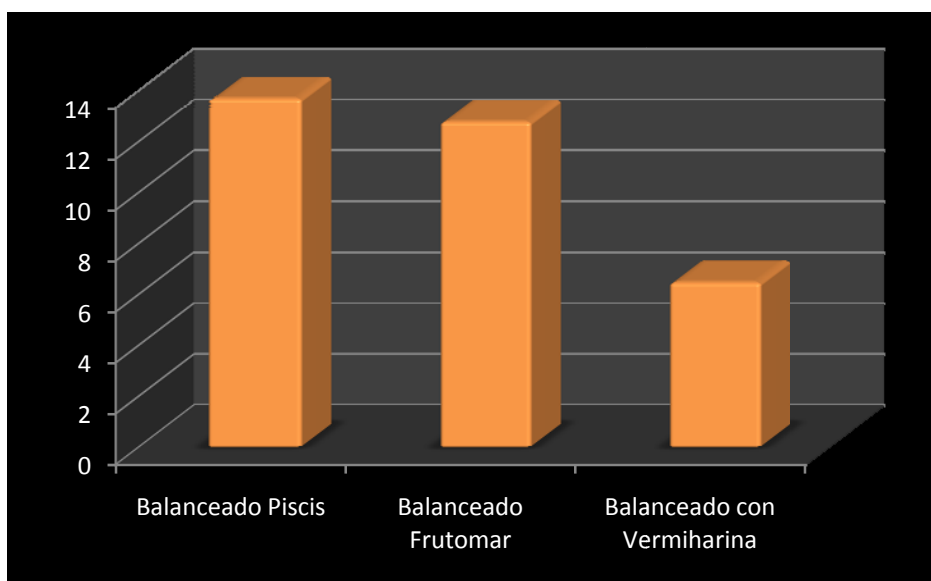
Fuente	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F-Calc.	Pr > F
Total	8	92.63555556			
Tratamientos	2	92.59228889	46.29614444	6420.11**	<.0001
Error	6	0.04326667	0.00721111		
<b>Coefficiente de variación</b>		<b>0.77%</b>		<b>Media General</b>	<b>10.96</b>

FUENTE: JOSUÉ MOYA

**CUADRO N°7 PRUEBA DEL RANGO ESTUDENTIZADO DE TUKEY (HSD) PARA GRASA**

Tukey	Media	Tratamientos
A	13,67	Balanceado Piscis
B	12,76	Balanceado Frutomar
C	6,45	Balanceado con Vermiharina

FUENTE: JOSUÉ MOYA



**GRÁFICO N° 6 COMPARACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL DE BALANCEADOS COMERCIALES VS BALANCEADO A BASE DE VERMIHARINA, VARIABLE GRASA**

FUENTE: JOSUÉ MOYA

En el análisis de variancia del cuadro N° 6, se puede advertir que existieron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,01$ ) en referencia al contenido de grasa; por su parte en la separación de medias según Tukey cuadro N° 7, podemos encontrar que si hubieron diferencias marcadas entre el balanceado Piscis y el balanceado con vermiharina ya que no alcanzaron igual comportamiento en el contenido de grasa (13,67 y 6.45 % respectivamente).

### 3.3.3 Variable fibra

**CUADRO N° 8 COMPARACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL DE BALANCEADOS COMERCIALES VS**

**BALANCEADO A BASE DE VERMIHARINA, VARIABLE FIBRA**

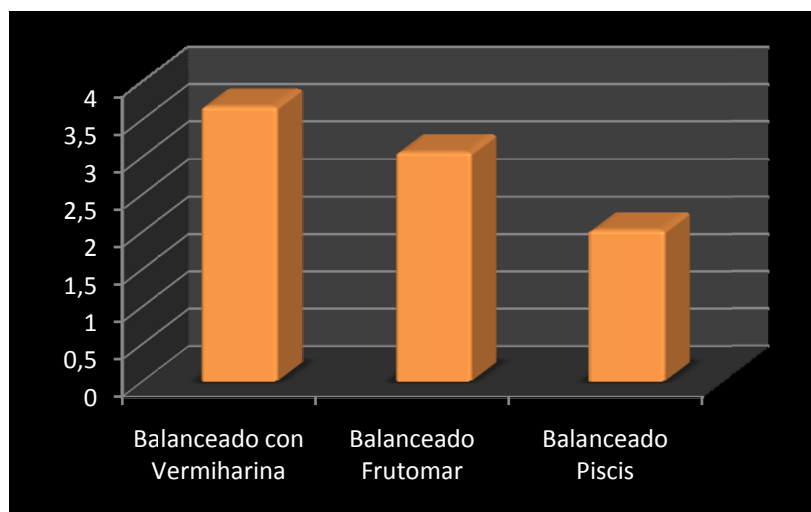
Fuente	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F-Calc.	Pr > F
Total	8	4.47335556			
Tratamientos	2	4.19128889	2.09564444	44.58**	0.0003
Error	6	0.28206667	0.04701111		
<b>Coefficiente de Variación</b>		<b>7.43%</b>	<b>Media General</b>		<b>2.91</b>

FUENTE: JOSUÉ MOYA

**CUADRO N° 9 PRUEBA DEL RANGO ESTUDENTIZADO DE TUKEY (HSD) PARA FIBRA**

Tukey	Media	Tratamientos
A	3,67	Balanceado con Vermiharina
B	3,06	Balanceado Frutomar
C	2,02	Balanceado Piscis

FUENTE: JOSUÉ MOYA



**GRÁFICO N° 7 COMPARACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL DE BALANCEADOS COMERCIALES VS BALANCEADO A BASE DE VERMIHARINA, VARIABLE FIBRA**

FUENTE: JOSUÉ MOYA

En el análisis de variancia del cuadro N° 8, se puede advertir que existieron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,01$ ) en referencia al contenido de fibra; por su parte en la separación de medias según Tukey cuadro N° 9, podemos encontrar que si

hubieron diferencias marcadas entre el balanceado con vermiharina y el balanceado Piscis ya que no alcanzaron igual comportamiento en el contenido de fibra (3,67 y 2,02 % respectivamente).

### 3.3.4 Variable ceniza

**CUADRO N° 10 COMPARACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL DE BALANCEADOS COMERCIALES VS BALANCEADO A BASE DE VERMIHARINA, VARIABLE CENIZA**

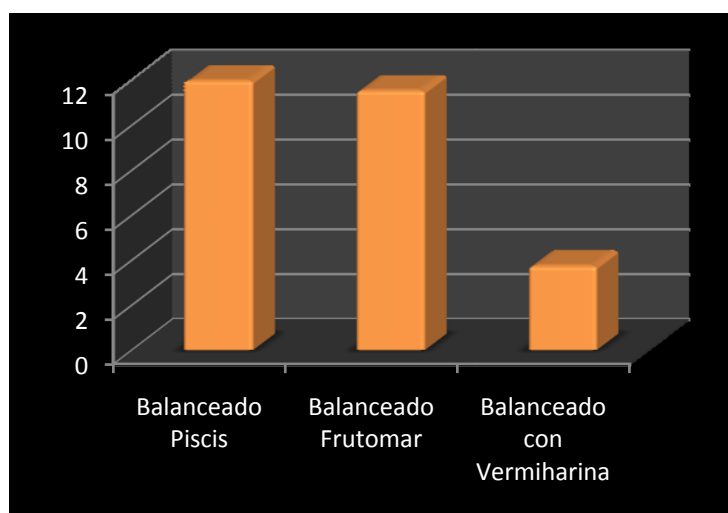
Fuente	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F-Calc.	Pr > F
Total	8	129.1522889			
Tratamientos	2	129.1451556	64.5725778	54313.4**	<.0001
Error	6	0.0071333	0.0011889		
<b>Coefficiente de Variación</b>		<b>0.37%</b>		<b>Media General</b>	<b>9.10</b>

FUENTE: JOSUÉ MOYA

**CUADRO N° 11 PRUEBA DEL RANGO ESTUDENTIZADO DE TUKEY (HSD) PARA CENIZA**

Tukey	Media	Tratamientos
A	11,99	Balanceado Piscis
B	11,55	Balanceado Frutomar
C	3,75	Balanceado con Vermiharina

FUENTE: JOSUÉ MOYA



**GRÁFICO N° 8 COMPARACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL DE BALANCEADOS COMERCIALES VS BALANCEADO A BASE DE VERMIHARINA, VARIABLE CENIZA**

FUENTE: JOSUÉ MOYA

En el análisis de variancia del cuadro N° 10, se puede advertir que existieron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,01$ ) en referencia al contenido de ceniza; por



su parte en la separación de medias según Tukey cuadro N° 11, podemos encontrar que si hubieron diferencias marcadas entre el balanceado Piscis y el balanceado con vermiharina ya que no alcanzaron igual comportamiento en el contenido de ceniza (11,99 y 3,75 % respectivamente).

### 3.3.5 Variable humedad

**CUADRO N° 12 COMPARACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL DE BALANCEADOS COMERCIALES VS BALANCEADO A BASE DE VERMIHARINA, VARIABLE HUMEDAD**

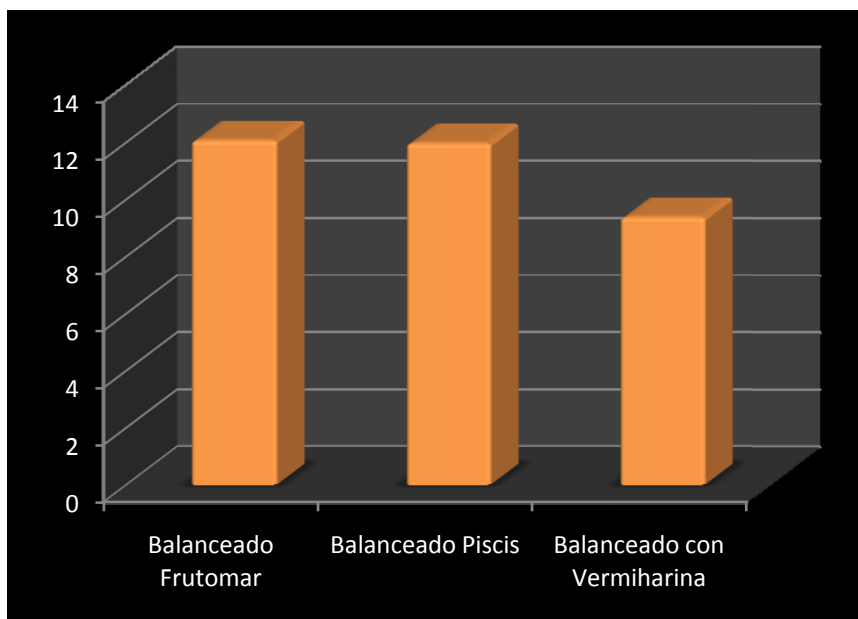
<b>Fuente</b>	<b>G.L.</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>F-Calc.</b>	<b>Pr &gt; F</b>
Total	8	13.98902222			
Tratamientos	2	13.91902222	6.95951111	596.53**	<.0001
Error	6	0.07000000	0.01166667		
<b>Coefficiente de Variación</b>		<b>0.96%</b>		<b>Media General</b>	<b>11.14</b>

FUENTE: JOSUÉ MOYA

**CUADRO N° 13 PRUEBA DEL RANGO ESTUDENTIZADO DE TUKEY (HSD) PARA HUMEDAD**

<b>Tukey</b>	<b>Media</b>	<b>Tratamientos</b>
A	12,07	Balanceado Frutomar
A	11,97	Balanceado Piscis
B	9,38	Balanceado con Vermiharina

FUENTE: JOSUÉ MOYA



**GRÁFICO Nº 9 COMPARACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL DE BALANCEADOS COMERCIALES VS BALANCEADO A BASE DE VERMIHARINA, VARIABLE HUMEDAD**

FUENTE: JOSUÉ MOYA

En el análisis de variancia del cuadro Nº 12, se puede advertir que existieron diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,01$ ) en referencia al contenido de proteína; por su parte en la separación de medias según Tukey cuadro Nº 13, podemos encontrar que no hubieron diferencias marcadas entre el balanceado Frutomar y el balanceado Piscis ya que alcanzaron igual comportamiento en el contenido de humedad (12,07 y 11,97% respectivamente); sin embargo en el balanceado con vermiharina se apreció un valor de 9,38 % siendo superado estadísticamente solo por el balanceado Frutomar.

### 3.4 COMPARACIÓN BROMATOLÓGICA DE DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE LOMBRIZ EN REMPLAZO CON LA HARINA DE PESCADO

Se realizó la comparación bromatológica de diferentes niveles de harina de lombriz en remplazo con la harina de pescado de las cuales se obtuvieron los siguientes datos.

#### 3.4.1 Variable proteína

**CUADRO N° 14 COMPARACIÓN BROMATOLÓGICA DE DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE LOMBRIZ EN REMPLAZO CON LA HARINA DE PESCADO, VARIABLE PROTEÍNA**

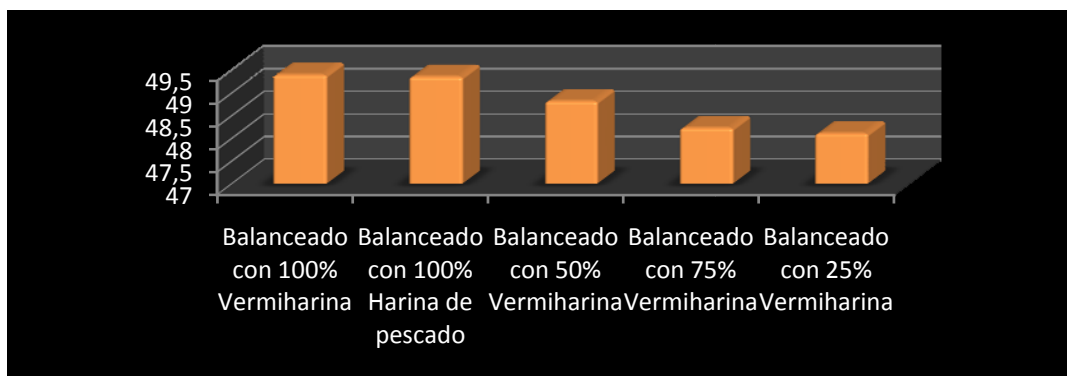
<b>Fuente</b>	<b>G.L.</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>F-Calc.</b>	<b>Pr &gt; F</b>
Total	14	7.61713333			
Tratamientos	4	4.28900000	1.07225000	3.22ns	0.0608
Error	10	3.32813333	0.33281333		
<b>Coefficiente de Variación</b>		<b>1.18%</b>	<b>Media General</b>		<b>48.78</b>

FUENTE: JOSUÉ MOYA

**CUADRO N° 15 PRUEBA DEL RANGO ESTUDENTIZADO DE TUKEY (HSD) PARA PROTEÍNA**

<b>Tukey</b>	<b>Media</b>	<b>Tratamientos</b>
A	49,37	Balanceado con 100% Vermiharina
A	49.36	Balanceado con 100% Harina de pescado
A	48.82	Balanceado con 50% Vermiharina
A	48.23	Balanceado con 75% Vermiharina
A	48.11	Balanceado con 25% Vermiharina

FUENTE: JOSUÉ MOYA



**GRÁFICO N° 10 COMPARACIÓN BROMATOLÓGICA DE DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE LOMBRIZ EN REMPLAZO CON LA HARINA DE PESCADO, VARIABLE PROTEÍNA**

FUENTE: JOSUÉ MOYA

En el análisis de variancia del cuadro N° 14, se puede indicar que existieron diferencias estadísticas no significativas ( $P > 0,05$ ) en referencia al contenido de proteína; por su parte en la separación de medias según Tukey cuadro N° 15, podemos encontrar que no hubieron diferencias marcadas entre los balanceados con 100% Vermiharina, balanceado con 100% Harina de pescado, balanceado con 50% Vermiharina, balanceado con 75% Vermiharina y el Balanceado con 25% Vermiharina ya que alcanzaron igual comportamiento en el contenido de proteína (49,37, 49,36, 48,82, 48,23 y 48,11 % respectivamente).

### 3.4.2 Variable grasa

**CUADRO N° 16 COMPARACIÓN BROMATOLÓGICA DE DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE LOMBRIZ EN REMPLAZO CON LA HARINA DE PESCADO, VARIABLE GRASA**

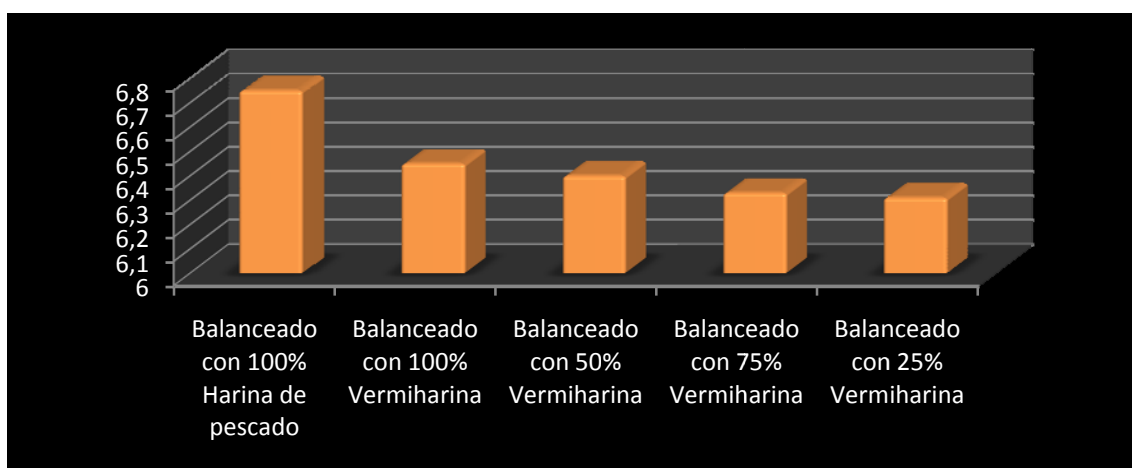
Fuente	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F-Calc.	Pr > F
Total	14	0.58184000			
Tratamientos	4	0.37950667	0.09487667	4.69*	0.0217
Error	10	0.20233333	0.02023333		
<b>Coefficiente de Variación</b>		<b>2.20%</b>	<b>Media General</b>		<b>6.45</b>

FUENTE: JOSUÉ MOYA

**CUADRO N° 17 PRUEBA DEL RANGO ESTUDENTIZADO DE TUKEY (HSD) PARA GRASA**

Tukey	Media	Tratamientos
A	6,75	Balanceado con 100% Harina de pescado
AB	6,45	Balanceado con 100% Vermiharina
AB	6,40	Balanceado con 50% Vermiharina
B	6,33	Balanceado con 75% Vermiharina
B	6,31	Balanceado con 25% Vermiharina

FUENTE: JOSUÉ MOYA



**GRÁFICO N° 11 COMPARACIÓN BROMATOLÓGICA DE DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE LOMBRIZ EN REMPLAZO CON LA HARINA DE PESCADO, VARIABLE GRASA**

FUENTE: JOSUÉ MOYA

En el análisis de variancia del cuadro N° 16, se puede advertir que existieron diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ) en referencia al contenido de grasa; por su parte en la separación de medias según Tukey cuadro N° 17, podemos encontrar que no hubieron diferencias marcadas entre los balanceado con 100% Harina de pescado, balanceados con 100% Vermiharina y balanceado con 50% Vermiharina ya que alcanzaron igual comportamiento en el contenido de grasa (6,75, 6,45 y 6,40 % respectivamente); sin embargo en los balanceado con 75% Vermiharina y balanceado con 25% Vermiharina se apreció un valor de (6,33 y 6,31 %) siendo superado estadísticamente solo por la dieta a base de balanceado con 100% Harina de pescado.

### 3.4.3 Variable fibra

**CUADRO N° 18 COMPARACIÓN BROMATOLÓGICA DE DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE LOMBRIZ EN REMPLAZO CON LA HARINA DE PESCADO, VARIABLE FIBRA**

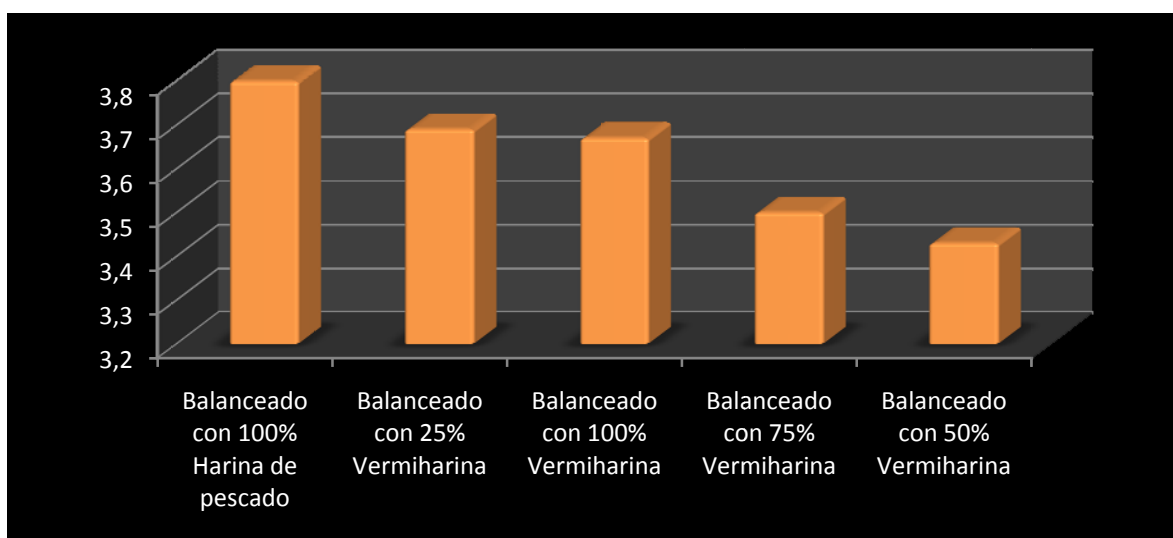
Fuente	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F-Calc.	Pr > F
Total	14	1.05097333			
Tratamientos	4	0.28217333	0.07054333	0.92ns	0.4907
Error	10	0.76880000	0.07688000		
<b>Coefficiente de Variación</b>		<b>7.65%</b>	<b>Media General</b>		<b>3.62</b>

FUENTE: JOSUÉ MOYA

**CUADRO N° 19 PRUEBA DEL RANGO ESTUDENTIZADO DE TUKEY (HSD) PARA FIBRA**

Tukey	Media	Tratamientos
A	3.80	Balanceado con 100% Harina de pescado
A	3.69	Balanceado con 25% Vermiharina
A	3.67	Balanceado con 100% Vermiharina
A	3.50	Balanceado con 75% Vermiharina
A	3.43	Balanceado con 50% Vermiharina

FUENTE: JOSUÉ MOYA



**GRÁFICO N° 12 COMPARACIÓN BROMATOLÓGICA DE DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE LOMBRIZ EN REMPLAZO CON LA HARINA DE PESCADO, VARIABLE FIBRA**

FUENTE: JOSUÉ MOYA

En el análisis de variancia del cuadro N° 18, se puede indicar que existieron diferencias estadísticas no significativas ( $P>0,05$ ) en referencia al contenido de fibra; por su parte en la separación de medias según Tukey cuadro N° 19, podemos encontrar que no hubieron diferencias marcadas entre los balanceados con 100% Harina de pescado, balanceado con 25% Vermiharina, balanceado con 100% Vermiharina, balanceado con 75% Vermiharina y el Balanceado con 50% Vermiharina ya que alcanzaron igual comportamiento en el contenido de fibra (3,80, 3,69, 3,67, 3,50 y 3,43% respectivamente).

#### 3.4.4 Variable ceniza

**CUADRO N° 20 COMPARACIÓN BROMATOLÓGICA DE DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE LOMBRIZ EN REMPLAZO CON LA HARINA DE PESCADO, VARIABLE CENIZA**

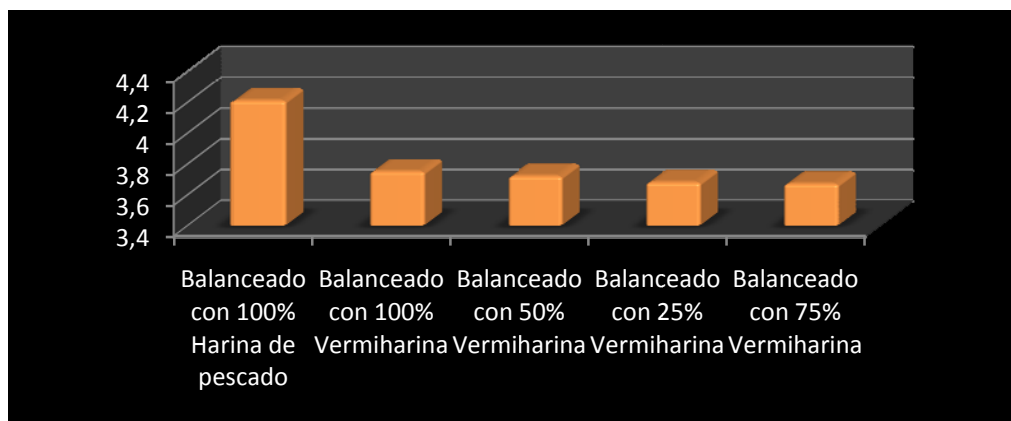
<b>Fuente</b>	<b>G.L.</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>F-Calc.</b>	<b>Pr &gt; F</b>
Total	14	0.63509333			
Tratamientos	4	0.62302667	0.15575667	129.08**	<.0001
Error	10	0.01206667	0.00120667		
<b>Coefficiente de Variación</b>		<b>0.91%</b>		<b>Media General</b>	<b>3.80</b>

FUENTE: JOSUÉ MOYA

**CUADRO N° 21 PRUEBA DEL RANGO ESTUDENTIZADO DE TUKEY (HSD) PARA CENIZA**

<b>Tukey</b>	<b>Media</b>	<b>Tratamientos</b>
A	4.21	Balanceado con 100% Harina de pescado
B	3.75	Balanceado con 100% Vermiharina
B	3.72	Balanceado con 50% Vermiharina
B	3.68	Balanceado con 25% Vermiharina
B	3.67	Balanceado con 75% Vermiharina

FUENTE: JOSUÉ MOYA



**GRÁFICO N° 13 COMPARACIÓN BROMATOLÓGICA DE DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE LOMBRIZ EN REMPLAZO CON LA HARINA DE PESCADO, VARIABLE CENIZA**

FUENTE: JOSUÉ MOYA

En el análisis de variancia del cuadro N° 20, se puede advertir que existieron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,01$ ) en referencia al contenido de ceniza; por su parte en la separación de medias según Tukey cuadro N° 21, podemos encontrar que si hubieron diferencias marcadas entre el balanceado con 100% Harina de pescado (4,21%) con relación a los balanceados con 100% Vermiharina, balanceado con 50% Vermiharina, balanceado con 25% Vermiharina y balanceado con 75% Vermiharina ya que alcanzaron igual comportamiento en el contenido de ceniza (3,75, 3,72, 3,68 y 3,67 % respectivamente).

### 3.4.5 Variable humedad

**CUADRO N° 22 COMPARACIÓN BROMATOLÓGICA DE DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE LOMBRIZ EN REMPLAZO CON LA HARINA DE PESCADO, VARIABLE HUMEDAD**

Fuente	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F-Calc.	Pr > F
Total	14	0.61016000			
Tratamientos	4	0.50742667	0.12685667	12.35**	0.0007
Error	10	0.10273333	0.01027333		
Coeficiente de Variación		1.08%		Media General	9.37

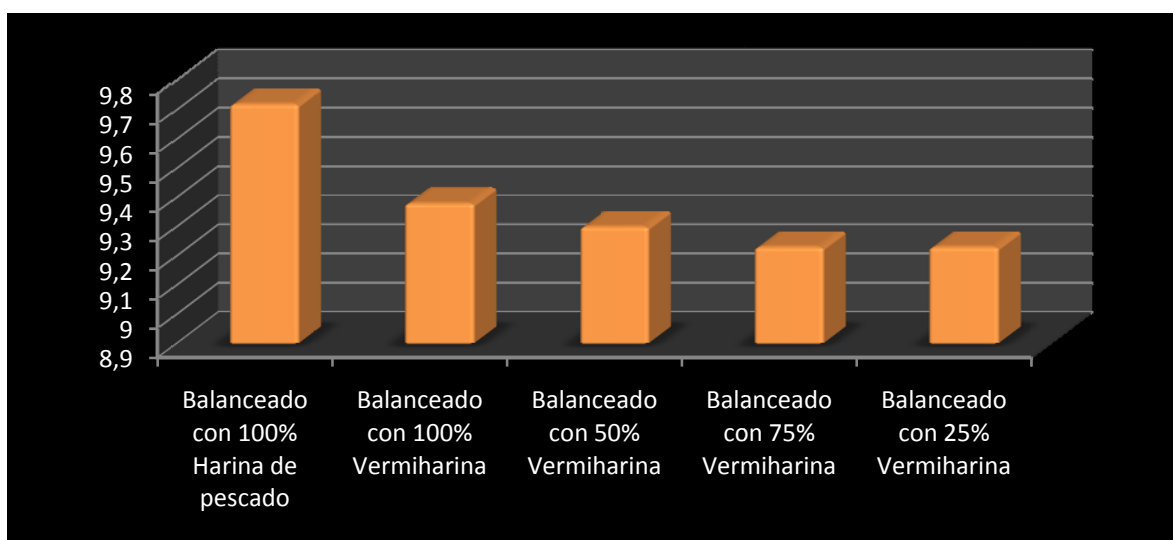
FUENTE: JOSUÉ MOYA



**CUADRO N° 23 PRUEBA DEL RANGO ESTUDENTIZADO DE TUKEY (HSD) PARA HUMEDAD**

Tukey	Media	Tratamientos
A	9.72	Balanceado con 100% Harina de pescado
B	9.38	Balanceado con 100% Vermiharina
B	9.30	Balanceado con 50% Vermiharina
B	9.23	Balanceado con 75% Vermiharina
B	9.23	Balanceado con 25% Vermiharina

FUENTE: JOSUÉ MOYA



**GRÁFICO N° 13 COMPARACIÓN BROMATOLÓGICA DE DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE LOMBRIZ EN REMPLAZO CON LA HARINA DE PESCADO, VARIABLE CENIZA**

FUENTE: JOSUÉ MOYA

En el análisis de variancia del cuadro N° 22, se puede advertir que existieron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,01$ ) en referencia al contenido de humedad; por su parte en la separación de medias según Tukey cuadro N° 23, podemos encontrar que si hubieron diferencias marcadas entre el balanceado con 100% Harina de pescado (9,72 %) con relación a los balanceados con 100% Vermiharina, balanceado con 50% Vermiharina, balanceado con 75% Vermiharina y balanceado con 25% Vermiharina ya que alcanzaron igual comportamiento en el contenido de humedad (9,38, 9,30, 9,23 y 9,23 % respectivamente).

## CAPÍTULO IV

### 4. CONCLUSIONES

Mediante el método de liofilización elaboramos la vermiharina con la lombriz (*Eisenia foétida*) que fue utilizada como fuente proteica por su alto valor nutricional que presentó en los diferentes análisis que se le realizó, para poder elaborar el balanceado para alevines de trucha.

Se realizó el control de calidad de la vermiharina de lombriz (*Eisenia foétida*) liofilizada, mediante el análisis microbiológico, el cual dio como resultados aeróbios mesófilos 118 (UFC/g), coliformes totales 270 (UFC/g), coliformes fecales 193 (UFC/g), hongos y levaduras 151 (UFC/g), los valores estuvieron normales a aceptación de los coliformes totales y fecales, los cuales debían ser negativos según la norma INEN 472 para harina de pescado para consumo animal, esto pudo haber sido por la crianza, manipulación, purgado de las lombrices (*Eisenia foetida*) y manufactura del balanceado.

Se identificó el valor nutricional de la vermiharina de lombriz (*Eisenia foétida*) liofilizada, mediante el análisis bromatológico, del cual se obtuvo como resultado 48,29% de proteína, 5,22% de grasa, 4,44 % de humedad y 4,57 % de cenizas, lo que nos indica, que por los parámetros de la proteína y la humedad, la vermiharina puede sustituir a la harina de pescado en la elaboración de balanceados para alevines de truchas.

Realizamos una comparación bromatológica entre los balanceados elaborados con Vermiharina vs balanceados comerciales (harina de pescado) para la fase de alevinaje, de esta experiencia podemos indicar que el balanceado a base de vermiharina presenta un nivel similar de proteína y fibra en relación con los balanceados comerciales (harina de pescado), pero en los niveles de grasa, humedad, ceniza son relativamente inferior, lo que puede ser útil en relación al parámetro de humedad, ya que se puede conservar por

más tiempo, debido a que va a existir menor crecimiento de microorganismos que deterioren el balanceado, pero en comparación con la dieta que necesitan los alevines (50% de proteína, 4% de fibra, 7% de grasa, 10% de humedad), el balanceado que obtuvimos cumple con estos requerimientos (49,37% de proteína, 3,67% de fibra, 6,45% de grasa, 9,38% de humedad).

## **CAPÍTULO V**

### **5. RECOMENDACIONES**

Por los valores altos de proteína en la harina de lombriz, es recomendable realizar el estudio de los aminoácidos presentes en ella, para una mejor determinación del valor nutricional de la vermiharina.

Para obtener un mejor balanceado a base de vermiharina se puede realizar otra formulación, aumentando componentes que eleven los valores nutricionales del mismo.

Para no obtener resultados microbiológicos altos, es recomendable usar la gelatina sin sabor y maíz bien triturado para realizar un mejor purgado de las lombrices.

Por las características nutritivas encontradas en el balanceado a base de vermiharina, es recomendable continuar con esta investigación en el campo práctico, para determinar los beneficios de este balanceado.

En las lombrices hay una opción factible y sustentable para cubrir las necesidades básicas de la alimentación humana, en particular por las proteínas, sería importante buscar mejores métodos de purgado para lograr que la vermiharina cumpla con las normativas sanitarias para la alimentación humana.

## CAPÍTULO VI

### 6. RESUMEN Y SUMMARY

#### RESUMEN

Investigación para evaluar la calidad nutricional de la vermiharina de lombriz (*Eisenia foetida*) liofilizada como materia prima en elaboración de balanceado para alevines de trucha Arco Iris (*Onchoryncus Mykys*), con la finalidad de obtener información veraz y comprobada en laboratorio, que podrá ser utilizada en la fabricación de alimentos para animales.

Se procedió a realizar análisis microbiológicos y bromatológicos, aplicando técnicas volumétricas, gravimétricas, entre otras. Obteniéndose del microbiológico los siguientes resultado: aeróbios mesófilos 118 (UFC/g), coliformes totales 270 (UFC/g), coliformes fecales 193 (UFC/g), hongos y levaduras 151 (UFC/g); del análisis bromatológico se obtuvo 48,29% de proteína, 5,22% de grasa, 4,44 % de humedad, 4,57 % de cenizas y del balanceado 49,37% de proteína, 3,67% de fibra, 6,45% de grasa, 9,38% de humedad.

Se realizó un estudio comparativo entre la vermiharina y la harina de pescado, observándose que presentan un nivel similar de proteína, mientras que la vermiharina muestra mejor humedad en relación con la harina de pescado, pero los niveles de grasa y ceniza son inferiores; tomando en cuenta que la harina de pescado contiene 54% de proteína, 14% de grasa, 7 % de humedad, 12 % de cenizas, aeróbios mesófilos  $10^6$  (UFC/g), coliformes totales  $10^4$  (UFC/g), , hongos y levaduras  $10^4$  (UFC/g).

Concluyéndose que la vermiharina podría sustituir a la harina de pescado por su calidad nutricional.

## SUMARY

This is an investigation to evaluate the nutritional quality of the lyophilized vermin-flour of worms (*Eisenia foetida*) as a raw material in the elaboration of balanced stuff for the Arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) trout little fish to obtain true and tested information at the lab which could be used in the feed manufacturing for animals.

The microbiological and bromatological analyses were carried out, applying volumetric and gravimetric techniques among others. The microbiological analysis gave the following results: 118 (UFC/g) mesophyll aerobes, 270 (UFC/g) total colliforms, 193 (UFC/g) fecal colliforms, 151 (UFC/g) fungi and leavens; from the bromatological analysis the following results were obtained: 48.29 % protein, 5.22% fat, 4.44% humidity, 4.57% ash and from the balanced stuff, 49.37% protein, 3.67% fiber, 6.45% fat and 9.38% humidity.

A comparative study of the vermin-flour and the fish meal was carried out, observing that it presents a similar protein level, while the vermin-flour shows a better humidity as related to the fish flour, but the fat and ash levels are inferior, taking into account that the fish flour has 54% protein, 14% fat, 7% humidity, 12% ash, 10 to the sixth mesophyll aerobes (UFC/g), 10 to the fourth (UFC/g) and 10 to the fourth (UFC/g) fungi and leavens.

It is concluded that vermin-flour could substitute the fish meal for its nutritional quality.

## CAPÍTULO VII

### 7. BIBLIOGRAFÍA

#### LIBROS

1. **ARON, ABONDI**; Nutrición Animal Aplicada; 4a. ed. Zaragoza-España; Acribia ; 1989; Pp. 150-151.
2. **BASAURE, P.B**; Manual de Lombricultura; 2a. ed. Santiago-Chile; Editorial Fuga; 1993; Pp. 14-26.
3. **BETEMÁN, J**; Nutrición Animal Manual de Métodos Analíticos; 2a. ed; México-México; Centro Regional Ayuda Técnica; 1970; Pp. 22-35.
4. **BOLLO, ENZO T**; Lombricultura una Alternativa de Reciclaje; Quito-Ecuador; Editoriales en Georgia; 1999; Pp. 32-36.
5. **CHURCH, D.C, POUND W.P**; Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales; 3a.ed; México-México; Editorial Limusa; 1990; Pp. 88,93-97,155-247.
6. **FERRUZI, C**; Manual de Lombricultura; 4a.ed; Madrid-España; Mundi-Prensa; 1988; Pp. 136-137.
7. **HOWARD, A**; An Agricultural Testament Oxford University Press; 3a. ed; México-México; Berbera Editores; 1940; Pp. 50-54.
8. **IMAKI, A**; Manual de Manejo y Crianza de Trucha Arco Iris; Quito-Ecuador; GD Suministros empresariales; 2003; Pp. 13, 14, 15, 45, 46, 47.
9. **KIRK, R**; Composición y Análisis de Alimentos de Pearson; 2a. ed; México- México; Continental S.A; 1999; Pp. 270.
10. **MC INROY, M**; Evolution of Eisenia foetida as a Food for Man and Domestic Animals Feedstooffs; 2a. ed; México-México; Interamericana; 1979; Pp. 37- 46.

11. **MORRIS, H;** Enfoque Integral en la Utilización de los Métodos Químicos de Evaluación de la Calidad Proteica; 6a. ed; Caracas-Venezuela; Ekaré; 2005; Pp. 1-8.
12. **OBSBORNE, P;** Análisis de los Nutrientes de los Alimentos; Traductor Barrado Marcos; 4a. ed; Madrid-España; Acribia; 1978; Pp. 120-160.
13. **OROZCO, G;** Manual de Lombricultura; 2a. ed; Madrid-España; Mundi- Prensa; 1992; Pp. 15-16.
14. **PEÑAFIEL, C;** Guía de Lombricultura; 3a. ed; Buenos Aires-Argentina; Adex; 1995; Pp. 6-7.
15. **SÁNCHEZ, C;** Crianza y Producción de Truchas; Lima-Perú; Ripalme; 2004; Pp. 22, 25, 75, 84.
16. **VALENZUELA, F;** Planta Productora de Harina de Lombriz; Uruguay; Editorial La Flor del Itapebí; 2003; Pp. 25-29.
17. **VELÁSQUEZ, H;** Valor Nutricional y Calidad Bacteriológica de Alimentos; 3a. ed; Caracas-Venezuela; Editoriales Alfaguar; 1986; Pp. 15-20.
18. **VELASQUEZ, J;** Guia de Lombricultura; Buenos Aires-Argentina; Planeta; 1999; Pp. 6, 23.
19. **YOSHIDA, H;** Nutritional Value of Earthworms for Poultry Feed; 3a. ed; Madrid-España; Mundi-prensa; 1991; Pp. 300-31.
20. **YÚFERA, P;** Química Agrícola III Alimentos; 5a. ed; Madrid-España; Allambra; 1979; Pp. 17-18.

## **BIBLIOGRAFÍA DE INTERNET**

### **21. ALEVINAJE INICIAL**

<http://www.troutlodge.com/index.cfm?pageID=C9EFFD48-3048-7A03>  
2011/04/14

### **22. CONCEPTO DE ALIMENTO PROTEICO.**

[http://www.tnrelaciones.com/cm/preguntas\\_y\\_respuestas/content/204/1608/es/alimentos- proteicos.html](http://www.tnrelaciones.com/cm/preguntas_y_respuestas/content/204/1608/es/alimentos- proteicos.html)  
2011/01/03



23. **EMPRESA EMISON MEDI AMBIENT S.L.** Lombricultura.

<http://personal.iddeo.es/plantas/lombricultura.htm>

2011/07/14

24. **HARINA ANIMA:** Concepto.

<http://www.elpais.com/diccionarios/castellano/harina.htm>

2011/01/03

25. **IMPORTANCIA DE LOS ALIMENTOS PROTEICOS.**

<http://alimentacion.interbusca.com/nutricion/proteinas/proteinas.html>

2011/01/06

26. **LIOFILIZACIÓN:** Concepto.

<http://api.ning.com/files/r36/ManualdeliofilizacinEsp.pdf>

2011/09/12

27. **LOMBRICULTURA.**

<http://www.altavista.digital.com/lombricultura.html>

2011/03/10

28. **LOMBRICULTURA**

<http://www.scholar.google.com/url?sa=U&q=http://200.13.202.26/proyectos/pdf/971193099inf.pdf>

2010/12/26

29. **LOMBRICULTURA**

<http://www.johan.jmc.ut fsm.cl/pi/Lombriculturadoc1.PDF>

2010/12/26

30. **PROTEÍNA EN LOS ALIMENTOS.**

[http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias\\_quimicas\\_y\\_farmaceuticas/schmidth/05.html](http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/schmidth/05.html)

2011/01/06

31. **TÉCNICA PARA LA ELABORACIÓN DE LA HARINA DE LOMBRIZ.**

<http://www.oni.escuelas.edu.ar/2005/CORDOBA/901/principal.htm>

2011/01/02

32. **TRUCHA Y SUS CARACTERÍSTICAS.**

<http://www.interpatagonia.com/pesca/tipos.html>

2010/12/17

## CAPÍTULO VIII

### 8. ANEXOS

#### ANEXO Nº 1 LOMBRICES EN HUMUS



FUENTE: JOSUÉ MOYA

#### ANEXO Nº 2 LOMBRICES EN SOLUCIÓN DE GELATINA



FUENTE: JOSUÉ MOYA

### ANEXO Nº 3 LOMBRICES EN SOLUCIÓN SALINA



FUENTE: JOSUÉ MOYA

### ANEXO Nº 4 LOMBRICES EN EL FRASCO DEL LIOFILIZADOR



FUENTE: JOSUÉ MOYA

### ANEXO Nº 5 LOMBRICES COLOCADAS EN EL LIOFILIZADOR



FUENTE: JOSUÉ MOYA

#### ANEXO Nº 6 LOMBRICES EN EL LIOFILIZADOR



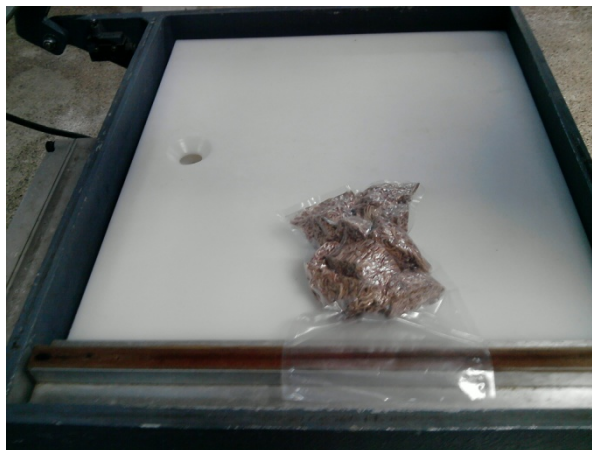
FUENTE: JOSUÉ MOYA

#### ANEXO Nº 7 SELLADORA AL VACÍO



FUENTE: JOSUÉ MOYA

#### ANEXO Nº 8 LOMBRICES SELLADAS AL VACÍO



FUENTE: JOSUÉ MOYA

### ANEXO Nº 9 SECUENCIA DE LA DETERMINACIÓN DE HUMEDAD



FUENTE: JOSUÉ MOYA

### ANEXO Nº 10 SECUENCIA DE LA DETERMINACIÓN DE CENIZA



FUENTE: JOSUÉ MOYA

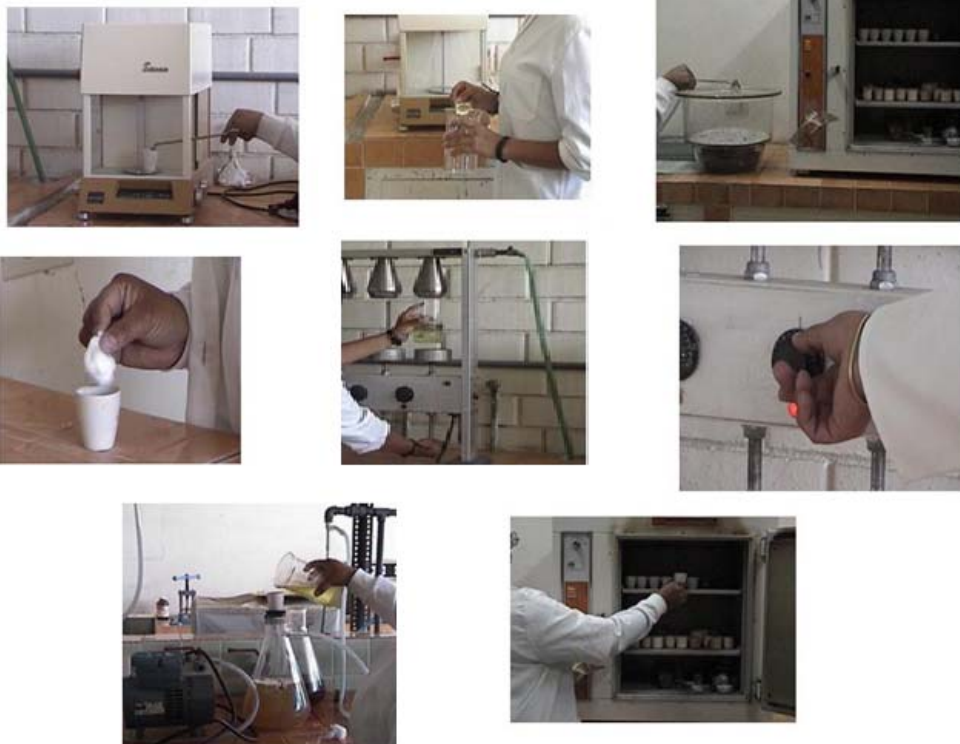


### ANEXO Nº 11 EQUIPO DE GRASA



FUENTE: JOSUÉ MOYA

### ANEXO Nº 12 SECUENCIA DE LA DETERMINACIÓN DE FIBRA



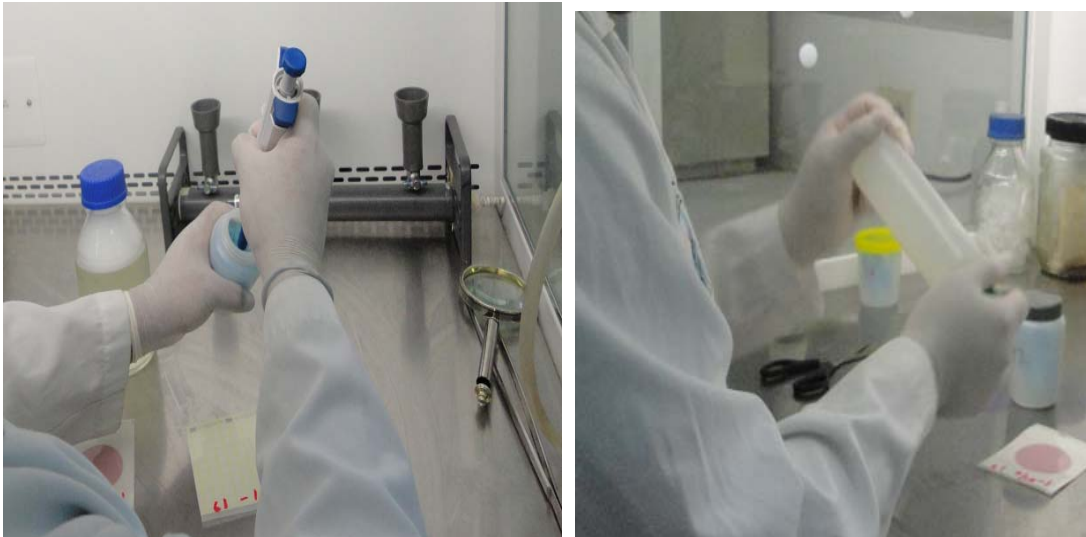
FUENTE: JOSUÉ MOYA

### ANEXO Nº 13 SECUENCIA DE LA ELABORACIÓN DEL BALANCEADO CON VERMIHARINA



FUENTE: JOSUÉ MOYA

### ANEXO Nº 14 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO



FUENTE: JOSUÉ MOYA

**ANEXO Nº 15 FORMULACIÓN DEL BALANCEADO CON HARINA DE PESCADO**

Maíz	265g
Soya	290g
Harina de pescado	440g
Fosfato dicálcico	2g
Carbonato de Calcio	3g

FUENTE: JOSUÉ MOYA

**ANEXO Nº 16 FORMULACIÓN DEL BALANCEADO CON VERMIHARINA**

Maíz	215g
Soya	245.88g
Harina de pescado	0g
Vermiharina	494.12
Fosfato dicálcico	2g
Carbonato de Calcio	3g

FUENTE: JOSUÉ MOYA